

JP 01586

PCT/JP00/01586

日本国特許庁

15.03.00

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

|                   |     |
|-------------------|-----|
| REC'D 31 MAR 2000 |     |
| WIPO              | PCT |

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年 3月15日

EU

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第068151号

出願人  
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

PRIORITY  
DOCUMENT

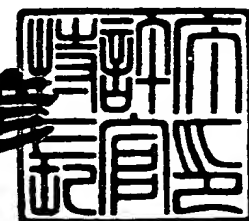
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Best Available Copy

2000年 2月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特2000-3007706

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 2036610014  
 【提出日】 平成11年 3月15日  
 【あて先】 特許庁長官殿  
 【国際特許分類】 H04N 1/393  
 G06F 15/66

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 渡辺 辰巳

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 ▲くわ▼原 康浩

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 小嶋 章夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像拡大装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力されるデジタル画像信号を拡大処理して拡大画像信号を得る画像拡大装置において、

前記画像信号に直交変換を施して原画像の周波数成分を生成する原画像直交変換手段と、

前記原画像直交変換手段で得られた原画像の周波数成分より、拡大画像の周波数領域成分を推定する拡大画像周波数推定手段と、

前記拡大画像周波数推定手段で生成された拡大画像周波数成分に、そのサイズに対応する逆直交変換を施して拡大画像信号を得る逆直交変換手段とを備えることを特徴とする画像拡大装置。

【請求項 2】 拡大画像周波数推定手段が、

原画像直交変換手段で直交変換された原画像の周波数成分に非線形補間手法を適用して拡大画像の周波数領域を推定することを特徴とする請求項 1 に記載の画像拡大装置。

【請求項 3】 拡大画像周波数推定手段が、

入力される画像信号に所定のエッジ検出処理を施すことで、原画像のエッジ画像信号を生成するエッジ生成手段と、

前記エッジ生成手段で得られたエッジ画像に線形近似を加えることで拡大画像のエッジ画像を推定する拡大エッジ推定手段と、

前記拡大エッジ推定手段で得られた拡大エッジ画像の周波数成分を直交変換でもとめるエッジ画像周波数生成手段と、

前記エッジ画像周波数生成手段で得られたエッジ画像の周波数領域の低周波数領域に、原画像直交変換手段で直交変換された原画像の周波数成分をそのまま復元する低周波置換手段より構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像拡大装置。

【請求項 4】 拡大画像周波数推定手段が、

入力される画像信号に所定のエッジ検出処理を施すことで、原画像のエッジ画

像信号を生成するエッジ生成手段と、

前記エッジ生成手段で得られたエッジ画像の周波数成分を直交変換で生成するエッジ画像直交変換手段と、

前記エッジ画像直交変換手段で得られたエッジ画像の周波数成分をもとに拡大後のエッジ画像の周波数領域を推定するエッジ周波数推定手段と、

前記エッジ周波数生成手段で得られた拡大エッジ画像の周波数成分において、その低周波数領域に、原画像直交変換手段で直交変換された原画像の周波数成分をそのまま復元する低周波置換手段より構成されることを特徴とする請求項1記載の画像拡大装置。

【請求項5】 エッジ周波数推定手段が、原画像直交変換手段で得られたエッジ画像の周波数成分を線形補間することで拡大後のエッジ画像の周波数成分が推定されることを特徴とする請求項5記載の画像拡大装置。

【請求項6】 エッジ周波数推定手段が、原画像直交変換手段で得られたエッジ画像の周波数成分を非線形補間手法に適用することで拡大後のエッジ画像の周波数成分が推定されることを特徴とする請求項5記載の画像拡大装置。

【請求項7】 入力されるデジタル画像信号を拡大処理して拡大画像信号を得る画像拡大装置において、

入力された画像信号を複数のブロックに分割するブロック分割手段と、

前記ブロック分割手段で得られたブロック内画像に直交変換を施してブロック内画像の周波数成分を生成するブロック画像直交変換手段と、

前記ブロック画像直交変換手段で得られたブロック内画像の周波数成分より、ブロック内画像の拡大画像の周波数成分を推定する拡大ブロック画像周波数推定手段と、

前記拡大ブロック画像周波数推定手段で生成された拡大画像周波数成分ブロックより必要とする周波数成分を抽出するブロック内周波数抽出手段と、

前記ブロック内周波数抽出手段で抽出されたブロック周波数に、そのサイズに対応する逆直交変換を施して拡大ブロック画像を得るブロック逆直交変換手段と

ブロック逆直交変換手段で得られた複数の拡大ブロック画像を再構成する拡大画像構成手段とを備えることを特徴とする画像拡大装置。

【請求項 8】 入力されるデジタル画像信号を拡大処理して拡大画像信号を得る画像拡大装置において、

入力された画像信号を複数のブロックに分割するブロック分割手段と、

前記ブロック分割手段で得られたブロック内画像信号を所定の変換関数をもとに変換するブロック内信号変換手段と、

前記ブロック内信号変換手段で得られた変換後のブロック内画像に直交変換を施してブロック内画像の周波数成分を生成するブロック画像直交変換手段と、

前記ブロック画像直交変換手段で得られたブロック内画像の周波数成分より、ブロック内画像の拡大画像の周波数成分を推定する拡大ブロック画像周波数推定手段と、

前記拡大ブロック画像周波数推定手段で得られた拡大ブロック内の周波数成分に、そのサイズに対応する逆直交変換を施して拡大ブロック画像を得るブロック逆直交変換手段と

ブロック逆直交変換手段で得られた複数の拡大ブロック画像を再構成する拡大画像構成手段とを備えることを特徴とする画像拡大装置。

【請求項 9】 入力されるデジタル画像信号を拡大処理して拡大画像信号を得る画像拡大装置において、入力された画像がカラー画像である場合に、

入力されたカラー画像を構成するカラー成分で基準とするカラー成分を決定する基準成分選択手段と、

前記基準成分選択手段で選択された基準カラー成分から他のカラー成分を導出する際の変換比率を導出する変換比率導出手段と、

前記基準成分の画像に直交変換を施して基準成分の周波数成分を生成する基準画像直交変換手段と、

前記基準画像直交変換手段で得られた基準成分の周波数成分より、拡大画像の周波数領域成分を推定する基準拡大画像周波数推定手段と、

前記基準拡大画像周波数推定手段で生成された基準成分の拡大画像周波数成分に、そのサイズに対応する逆直交変換を施して基準成分の拡大画像信号を得る基準逆直交変換手段と

前記基準逆直交変換手段で導出された基準成分の拡大画像に変換比率導出手

段の変換比率を適用することで他のカラー成分における拡大画像を推定する不足成分拡大手段と、

前記基準逆直交変換手段で導出された基準成分の拡大画像と、前記不足成分拡大手段で推定された残りのカラー成分を合成することでカラー原画像の拡大画像を生成する拡大カラー画像再構成手段とを備えることを特徴とする画像拡大装置

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、鮮明で高品質な画像拡大を実現することのできる画像拡大装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

画像データベース、高精細カラー印刷等の分野では種々の高品質な画像処理機能が求められており、その1つとして画像の拡大がある。また画像の拡大は、画像処理システムの1機能としてのほかに、解像度の異なるメディア間におけるマッチングをとるため、例えば、電子スチルカメラ等で入力した低解像度の画像を、レーザープリンタ、インクジェットプリンタ等の高解像度のプリンタに出力する際においても重要な技術である。

【0003】

従来の画像の拡大方法としては、単純に画素間を補間する方法が採用されてきた。代表的な補間方法としては、補間する画像に近いサンプル画素の距離比を用いて補間値を決定する線形補間法や、最も近いサンプルの値を補間値とするニアレストネイバー法 (nearest neighbor method) 等がある。

【0004】

しかし、上記方法において、線形補間法は通過帯域の周波数特性が抑制されるために、低域通過フィルタ（ローパスフィルタ；LPF）をかけたような作用を受けてスムージングされ、画像の鮮明さや細部の表現に不足したぼけ画像となりやすいという欠点がある。また、ニアレストネイバー法は高周波の漏れが多いため

に歪みを起こしやすく、その歪みがモザイクやエッジ部のジャギーとして現れる欠点がある。

#### 【0005】

そこで、上記問題を解決する方法として、FFT（高速フーリエ変換）やDCT（離散コサイン変換）等の直交変換を用いて、実空間の画像信号を、周波数空間の画像信号に変換した後に拡大する方法が提案されている。これらの方法の意図するところは、サンプリング時に失われた高周波成分を復元し、画像の細部情報やエッジ情報を推定し復元することで拡大画像の高画質化を図るものである。

#### 【0006】

それらの従来例を図25、図26に示す。これらは特開平2-76472もしくは特開平5-167920で示される例である。、図25はその構成を表すブロック図であり、図26は処理工程を模式的に表した図である。まず、図26(a)に示すような実空間の原画像（ $n \times n$ 画素）に直交変換を行い周波数空間の成分に変換する。図26(b)は、その係数成分の位置を画像の画素位置に見立てて配置することで生成できる周波数空間の画像である。この処理は図25の原画像直交変換手段11で行われる。この際、この周波数空間の画像は元々周波数成分を各成分位置に従い並べたものであり、 $n \times n$ の行列で表すことができる。この周波数変換後の行列は、左上部に行くほど低周波成分となり、右方向及び下方向に行くに従い高周波成分となる。次に”0”成分埋め込み手段2500において、このように周波数空間の画像に変換された領域を $s$ 倍した領域（図26(c)の $sn \times sn$ の領域）が用意され、 $sn \times sn$ の領域における低周波成分の領域部分には、上記直交変換により得られた図(b)で示される $n \times n$ の周波数領域をコピーし、残りの高周波領域には”0”が補間される。最後に逆直交変換手段13においてこの $sn \times sn$ の周波数領域を逆直交変換することにより、図26(d)のように $s$ 倍された実空間の画像信号が得られ、推定拡大画像出力手段14で推定された拡大画像が出力されるのである。

#### 【0007】

このように高周波成分に”0”を補間する方法以外に、例えば特開平6-54172のように画像信号を直交変換を用いて正変換とその逆変換を繰り返す過程



(Gerchberg-Papoulis反復による方法)で、高周波成分の復元を行う方法も提案されている。また、特開平8-294001のように、原画像の直交変換成分を低周波領域に埋め込み、高周波領域は予め準備された予測ルールに基づいて得られる周波数情報を埋める方法も提案されている。

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、高周波領域に”0”を埋め込めて拡大する方法は、線形補間法やニアレストネイバー法のような画素間の補間方法に比べれば良好な拡大画像を得ることができるが、サンプリング時に削除された高周波成分の復元がされていないため、十分に鮮明な画像が得られないという問題があった。

## 【0009】

また、画像を直交変換を用いて正変換と逆変換を繰り返す過程で、高周波成分を復元する方法は、正変換と逆変換を繰り返すために演算処理が多くなり、処理速度において問題がある。直交変換、逆直交変換の演算量は、拡大率 $s$ が大きくない場合にはあまり問題がないが、拡大率 $s$ が大きいと正変換の演算量に対し逆変換の演算量が $s \times n$ にほぼ比例して増えることとなる。特に、実際に行われる2次元ブロックに対する処理においてはその演算量は $s \times n$ の3乗にほぼ比例して増える。さらに、カラー画像信号の拡大ともなると、複数カラー成分に対して拡大処理が必要となり、さらに処理時間がかかる。また、拡大処理の対象となる画像が低解像度の場合には、高周波成分の復元が十分には行われないという例があった。

## 【0010】

特開平8-294001の場合、これらの問題点を考慮して方法であり、処理時間や高周波成分の復元に工夫がなされている。しかし、原画像の高周波領域には予め準備された予測ルールに基づいて得られる周波数情報を埋めるため、予め大多数の画像をもとに高周波数成分とその他の領域との間のルール作りを行うことが必要となり、適切なルールベース作成に手間がかかるし、それが適切なルールが作成できなければ十分な効果を発揮できない心配がある。

## 【0011】

さらに、一般に画像のサイズは任意であり、そして直交変換にかかるサイズは大きくなればなるほど処理時間が長くなる。そのため、処理速度等の問題より一般には画像サイズ1度に直交変換を掛けることはせず、4画素から16画素程度のブロックサイズで行われる。その際、出来上がった拡大画像のブロック間の不連続性（ブロック歪み）が境界部分に生じる問題点もあった。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明における第1の画像拡大装置は、前記画像信号に直交変換を施して原画像の周波数成分を生成する原画像直交変換手段と、前記原画像直交変換手段で得られた原画像の周波数成分より、拡大画像の周波数領域成分を推定する拡大画像周波数推定手段と、前記拡大画像周波数推定手段で生成された拡大画像周波数成分に、そのサイズに対応する逆直交変換を施して拡大画像信号を得る逆直交変換手段とを備えるものである。

#### 【0013】

上記課題を解決するために本発明における第2の画像拡大装置は、原画像から高周波成分を多く含むとされているエッジ画像を取り出し、その線形変換により得られた拡大エッジ画像から直交変換を使って、拡大された画像の高周波数成分を推定するようにしたものである。

#### 【0014】

上記課題を解決するために本発明の第3の画像拡大装置は、原画像から高周波成分を多く含むとされているエッジ画像の周波数成分を取り出し、その拡大エッジ画像の持つ周波数成分を線形近似もしくはラジアル基底関数ネットワークを使って精度良く推定することで、原画像で削除されていた拡大画像の高周波成分を推定するようにしたものである。

#### 【0015】

上記課題を解決するために本発明の第4における画像拡大装置は、直交変換にかかる処理時間が考慮して、入力画像信号を複数のブロックに分割し、各ブロック毎に拡大画像ブロックの推定を行うようにしたものである。その際、隣り合うブロック間に重なりを持たせ、拡大後のブロック画像において重なりのある部分

については、後で生成された拡大ブロックを有効にすることでブロック間の歪みを低減するようにしたものである。

#### 【0016】

上記課題を解決するために本発明の第5における画像拡大装置は、直交変換にかかる処理時間が考慮して、入力画像信号を複数のブロックに分割し、各ブロック毎に拡大画像ブロックの推定を行うようにしたものである。その際、拡大されたブロック間の歪みを低減するために、入力された原画像信号に対して各ブロック毎に予め設定された変換関数进行处理しブロック分割によるブロック境界での画像信号の不連続性を低減したものである。

#### 【0017】

上記課題を解決するために本発明の第6における画像拡大装置は、入力された画像がカラー画像である場合に、入力されたカラー画像を構成するカラー成分で基準とするカラー成分を決定し、その基準カラー成分に対する拡大画像を生成する。そして、残りのカラー成分に対しては、基準カラー成分の拡大画像にカラー原画像より導出された変換比率による線形変換で推定することで、カラー画像の拡大画像生成における処理の効率化を図ったものである。

#### 【0018】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

#### 【0019】

図1は本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置の構成を表すブロック図、図2は本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置の全体処理フローを表すフローチャート図、図3は本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置の処理の工程を模式的に表す図、図4は本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置の拡大画像周波数推定手段を構成するラジアル基底関数ネットワークの概略図、図5は本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置での原画像と拡大画像の間の関連を模式的に表す図である。

#### 【0020】

そして、図6は本発明の第2の実施の形態である画像拡大装置の構成を表すブ

ロック図、図7は本発明の第2の実施の形態である画像拡大装置の全体処理フローを表すフローチャート図、図8は本発明の第2の実施の形態である画像拡大装置の処理工程を模式的に表す図、図9は本発明の第2の実施の形態である画像拡大装置のエッジ生成手段で使用するラプラシアンフィルタを表す図である。

#### 【0021】

そして、図10は本発明の第3の実施の形態である画像拡大装置の構成を表すブロック図、図11は本発明の第3の実施の形態である画像拡大装置の全体処理フローを表すフローチャート図、図12は本発明の第3の実施の形態である画像拡大装置の処理工程を模式的に表す図、図13は本発明の第3の実施の形態である画像拡大装置のエッジ周波数推定手段で線形近似を用いた場合の処理を模式的に表す図、図14は拡大されたブロック間の歪みを模式的に表す図である。

#### 【0022】

そして、図15は本発明の第4の実施の形態である画像拡大装置の構成を表すブロック図、図16は本発明の第4の実施の形態である画像拡大装置の全体処理フローを表すフローチャート図、図17は本発明の第4の実施の形態である画像拡大装置の処理工程を表す図である。

#### 【0023】

そして、図18は本発明の第5の実施の形態である画像拡大装置の構成を表すブロック図、図19は本発明の第5の実施の形態である画像拡大装置の全体処理フローを表すフローチャート図、図20は本発明の第5の実施の形態である画像拡大装置の処理工程を説明する図、図21は本発明の第5の実施の形態である画像拡大装置のブロック内信号変換手段での処理を表す図である。

#### 【0024】

そして、図22は本発明の第6の実施の形態である画像拡大装置の構成を表すブロック図、図23は本発明の第6の実施の形態である画像拡大装置の全体処理フローを表すフローチャート図、図24は本発明の第6の実施の形態である画像拡大装置の処理工程を説明する図である。

#### 【0025】

各図において、同一部には同じ番号を付している。なお、これ以降で、座標値

の単位には全て画素単位が用いられることとする。

# 【0026】

## (第1の実施の形態)

まず、本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置について説明する。図1は第1の実施の形態である画像拡大装置の構成を表す。図1において、10は、スキャナやデジタルスチルカメラ等に代表される入力デバイスや、これらの入力デバイスより得られたデジタル画像データの読み出し手段である画像入力手段、11は、画像入力手段で得られた原画像データに2次元高速フーリエ変換(FFT; Fast Fourier Transform)や2次元離散コサイン変換(DCT; Discrete Cosine Transform)等の直交変換を行い、原画像データを周波数成分のデータに変換する原画像直交変換手段、12は原画像直交変換手段11で得られた原画像データの周波数成分データと、元の原画像データを使って拡大後の画像の周波数空間データを推定する拡大画像周波数推定手段、13は拡大画像周波数推定手段12で得られた拡大画像の周波数成分の推定データに、11で使用された直交変換の逆変換を行うことで、周波数成分の推定データを実際の画像空間におけるデータに戻す逆直交変換手段、14は逆直交変換手段13で推定された拡大後の画像データを表示したり他の装置等へ出力するための推定拡大画像出力手段である。

# 【0027】

そして、拡大画像周波数推定手段12は、10で本装置に入力された $n$ 画素 $\times n$ 画素の原画像データを使って、12の拡大画像の周波数成分データの推定に使用される非線形補間方式に使用される近似係数ベクトル(重み係数ベクトル) $V_w = (w\#0, w\#1, \dots, w\#N-1)$  ( $N = n \times n$ )を導出する近似係数導出手段100と、近似係数導出手段100で得られた重み係数ベクトル $V_w$ と原画像直交変換手段11で得られた原画像の周波数成分データを使って、拡大後の画像の周波数成分データをラジアル基底関数ネットワーク(RBFN; Radial Base Function Network)を使って推定する画像周波数非線形推定手段101より構成される。

# 【0028】

以上のように構成された第1の実施の形態である画像拡大装置の動作について図2のフローチャート、図3の処理工程の模式図をもとに説明する。まず、画像

入力手段10において、拡大すべき $n$ 画素 $\times n$ 画素のサイズを持つ原画像データの読み取りが行われる。この場合、デジタルスチルカメラやスキャナ等の入力デバイスを用意しそこからの入力データでも良いし、他の装置からのデジタルデータファイル等からの読み込みをする手段より構成されていても良い。10で得られた原画像は、原画像直交変換手段11で周波数空間における成分データ（周波数成分データ）に変換される。この際、直交変換が使用され、その変換方式としては、アダマール変換や高速フーリエ変換(FFT; Fast Fourier Transform)、離散コサイン変換(DCT; Discrete Cosine Transform)、スラント変換、ハール変換等が挙げられるが、ここでは、DCTを使用することとする。しかし、本発明はこの変換方式に限ったものではなく、他の直交変換を使用した場合にも成立するものである。

【0029】

DCTの内、特に画像を扱うため2次元DCTになるが、その変換式は（数1）のようになる。

【0030】

【数1】

$$F(u, v) = \frac{2c(u)c(v)}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} D(x, y) \cos\{(2x+1)ax/2M\} \cos\{(2y+1)by/2N\}$$

$$\{0 \leq u \leq M-1, 0 \leq v \leq N-1\}$$

$$c(0) = 1/\sqrt{2}$$

$$c(k) = 1 \quad (k \neq 0)$$

【0031】

ここで、 $F(u, v)$ が成分位置 $(u, v)$ におけるDCT成分であり、 $D(x, y)$ は画素位置 $(x, y)$ における画像データを表す。また、 $M$ は $x$ 方向の画素数を $N$ は $y$ 方向の画素数を表すが、ここでは $n \times n$ の正方形画像を対象としているので、 $M = N = n$ となる。

【0032】

11では、この（数1）に従った2次元DCTを原画像データに行い、実空間

でのデータ（原画像データ）を周波数成分データに変換する。拡大画像周波数推定手段 1 2 では、この 1 0 からの原画像データ  $D(x, y)$  ( $x, y=0, \dots, n-1$ ) と 1 1 からの周波数成分データ  $F(a, b)$  ( $a, b=0, \dots, n-1$ ) をもとに、 $n \times n$  の原画像を  $m \times m$  の拡大画像に拡大した際 ( $n < m$ ) の、拡大画像の周波数成分データ  $F'(u, v)$  ( $u, v=0, \dots, m-1$ ) の推定を行う。そこでは、図 4 に記載されているように、ラジアル基底関数ネットワーク（RBFN; Radial Base Function Network）を使用する。一般に、2次元 DCT 成分とその成分位置  $(u, v)$  の間は線形ではなく非線形な関係が成立する。そのため、この非線形関係を精度良く関数近似することのできる手法が、鮮明でエッジのぼけのない画像拡大には必要とされる。このような手法に、予め用意された学習データをもとに学習された階層型ニューラルネットワークによる手法や、予め用意された学習データから抽出されたルールベースを使用したファジィ推論の手法等が挙げられる。しかし、これらは予め学習用に多くの画像データを用意することが精度良い推定に不可欠である。一方、これらに対して、学習データなしで入力データの短期的な特徴を使って自己組織的に近似関数を獲得することのできる手法がある。これの例として、カオス的に変動する時系列パターンの短期予測を行う手法があり、ここで使用するラジアル基底関数ネットワークもその 1 種と考えられる。ここでは、与えられた画像の周波数成分とその対応する位置から、周波数成分の描く面を RBFN により非線形関数近似するのである。

#### 【0 0 3 3】

図 4 はここで使用する RBFN のモデル構成であり、これには求める成分位置ベクトル  $VP=(u, v)$  が入力として与えられ、中間層でのラジアル基底関数 (RBF)  $\phi$  での変換を介して、出力層で 1 つに統合され、出力周波数成分  $F_{out} = F'(u, v)$  が出力される。(数 2) はそれを表すが、ここで、 $VP\#i=(u\#i, v\#i)$  は  $i$  番目の RBF 関数の中心を表し、 $N$  は設定された RBF 関数の個数を表す。

#### 【0 0 3 4】

【数 2】

$$F'(u, v) = \sum_{i=0}^{N-1} w_i \phi(\|VP - VP_i\|)$$

$$\{0 \leq u \leq m-1, 0 \leq v \leq m-1\}$$

【0 0 3 5】

図 5 のように原画像の周波数データ P を中心として拡大する場合には、VP#i は原画像の周波数成分への位置ベクトルに相当し、RBF 関数の個数 N は原画像の画素数分  $n \times n$  に相当する。つまり、原画像の画素ぶんだけ RBF 関数が用意され、RBF 関数センタである P の成分位置ベクトル VP#i の周囲に配置された拡大後の周波数成分データは、これらの RBF 関数出力の重なりとして推定されるのである。なお、RBF  $\phi$  は出力  $F_{out} = F'(u, v)$  が成分位置ベクトル VP と i 番目の RBF 関数のセンタである VP#i の間の距離  $\|VP - VP_i\|$  に依存して変化する関数であり、(数 3) のようなものが例として挙げられる。

【0 0 3 6】

【数 3】

$$\phi(\|VP - VP_i\|) = \|VP - VP_i\|^{2(k+1)} \log(\|VP - VP_i\|) \quad (a)$$

$$\phi(\|VP - VP_i\|) = \exp(-\|VP - VP_i\|^2/b) \quad (b)$$

【0 0 3 7】

ここで (a) はガウス関数であり、b は関数の傾きを制御するパラメータである。また、(b) はロジスティック関数であり、k も b と同様に形状を表すパラメータである。これ以外にも多くのものが考えられるが、通常 (a) が用いられることからここでも (a) を用いることとし、b=1.0 とする。

【0 0 3 8】

重み係数ベクトル  $Vw = (w\#0, w\#1, \dots, w\#N-1)T$  (T: 転置) の決定は次のように行われる。

【0 0 3 9】



(数 2) における非線形近似を最適にするためには、 $VP=VP_{\#i}$ において周波数成分の推定値が元の画像から得られた周波数成分値とできるだけ一致するように重み係数ベクトル $V_w$ を決定してやればよい。ここでは、図 5 のように、拡大後の周波数画像の $P'_{\#i}$ は原画像の周波数画像における $P_{\#i}$ に対応する。そこで、 $P_{\#i}$ の周波数成分位置を $(a_{\#i}, b_{\#i})$ として、 $P_{\#i}$ における周波数成分 $F(a_{\#i}, b_{\#i})$ と $P'_{\#i}$ における推定周波数成分 $F'(u_{\#i}, v_{\#i})$ の 2 乗誤差関数 $E(V_w)$ を最小とする $V_w$ を最適な重み係数ベクトルとすれば良いこととなる。

【0 0 4 0】

まず $(u, v)$ における推定成分 $F'(u, v)$ を低域から並べ、原画像の周波数成分位置 $(a_{\#i}, b_{\#i})$ に対応する $k$ 番目の成分を $FF(k)$ とする。次に原画像の周波数成分ベクトル $V_y$ とRBF関数より成る行列 $MP$ を(数 4) のように定義する。

【0 0 4 1】

【数 4】

$V_y = (FF(0), FF(1), \dots, FF(N-1))^T$   
 $FF(i) : F'(u, v)$ を低域から並べた時の図 5 における $P'_{\#i}$ 位置の成分

$$MP = \begin{Bmatrix} MP_{ij} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \phi(|VP_0 - VP_0|), \phi(|VP_0 - VP_1|), \dots, \phi(|VP_0 - VP_{N-1}|) \\ \phi(|VP_1 - VP_0|), \phi(|VP_1 - VP_1|), \dots, \phi(|VP_1 - VP_{N-1}|) \\ \vdots \\ \phi(|VP_{N-1} - VP_0|), \phi(|VP_{N-1} - VP_1|), \dots, \phi(|VP_{N-1} - VP_{N-1}|) \end{Bmatrix}$$

【0 0 4 2】

すると(数 5) のように表すことができる。

【0 0 4 3】

【数 5】

$$V_y = MP \cdot V_w$$

【0 0 4 4】

すると、評価関数である 2 乗誤差関数 $E(V_w)$ は(数 6) のようになる。(数 6) でベクトル $V_f$ は原画像の周波数成分 $F(a, b)$ を低域から順番に $N=n \times n$ 個並べた

ものであり、原画像が予め与えられれば決まるベクトルである。

【0 0 4 5】

【数 6】

$$\begin{aligned} E(V_w) &= \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{l=0}^{n-1} (F(a_i, b_l) - F'(u_i, v_l))^2 \\ &= (V_f - MP \cdot V_w)^T \cdot (V_f - MP \cdot V_w) \end{aligned}$$

$$V_f = (F(0, 0), F(0, 1), \dots, F(N-1, N-1))^T$$

【0 0 4 6】

そこで  $\partial E(V_w) / \partial (V_w) = 0$  に注目して整理すると  $V_w$  は (数 7) のようになる。

【0 0 4 7】

【数 7】

$$V_w = (MP^T \cdot MP)^{-1} MP^T \cdot V_f$$

【0 0 4 8】

これを使って近似重み係数  $V_w$  の計算を近似係数導出手段 1 0 0 が行う。

【0 0 4 9】

画像周波数非線形推定手段 1 0 1 では、1 0 0 での近似重み係数  $V_w$  を使って、(数 2) より  $(u, v)$  における DCT 成分  $F'(u, v)$  を推定する。

【0 0 5 0】

なお、(数 3) で (b) を用いた場合、 $k$  の値の設定として、予め用意された多くの画像データを使い、そのサブサンプリングで作成された縮小画像から元の原画像を推定する際に、推定画像と原画像の SN 比が最大となる  $k$  と、各原画像内のデータの分布 (標準偏差、平均、分散等) との関連を統計的に掴むことで、使用する  $k$  の値を決める方法も考えられる。

【0 0 5 1】

逆直交変換手段 1 3 では、1 0 1 で得られた拡大後の画像の持つ周波数成分の推定結果をもとに、逆離散コサイン変換 (IDCT; Inverse Discrete Cosine Tran

sform)を行うことで、元の実空間における画像データに戻す。推定拡大画像出力手段14では、13で得られた拡大後の推定画像をCRT等に表示したり、プリンタ等の出力装置に渡したり、他の画像処理装置で扱われるデータとして出力される。

#### 【0052】

以上のように、本実施例の形態によれば、原画像の周波数成分の特徴を精度良く近似することができ、原画像のサンプリングで削除された高周波成分を精度良くかつ予めルール等を作成することなく手軽に推定することが可能となる。

#### 【0053】

##### (第2の実施の形態)

次に、本発明の第2の実施の形態である画像拡大装置について説明する。図6は第2の実施の形態である画像拡大装置の構成を表す。600は10で得られた原画像からエッジ部分を抽出するエッジ生成手段であり、601は600で得られた原画像のエッジ画像を所望の拡大率sに合わせて拡大する拡大エッジ推定手段であり、602はそこから直交変換により拡大されたエッジ画像の周波数成分を推定するエッジ周波数推定手段であり、603は602で得られた拡大サイズの周波数成分から低域周波数成分を11で得られた原画像の周波数成分を置き換える低周波成分置換手段である。

#### 【0054】

以上のように構成された第2の実施の形態である画像拡大装置の動作について図7のフローチャートと図8の処理工程の模式図より説明する。本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置と同様に、10で得られた原画像は11の直交変換により周波数成分 $F(u,v)$ に変換する。それとともに、エッジ生成手段600では、図10で示されているラプラシアンフィルタによりエッジ抽出が行われる。(a)(b)どちらのフィルタでも構わないしこれに限ったものではない。扱う原画像の特徴に従い、このフィルタを変えることでエッジ抽出の精度を良くすることができる。

#### 【0055】

拡大エッジ推定手段601では、600で得られたエッジ画像を、所望の拡大

率sに応じて、線形拡大するものであり、拡大に合わせて既存画素間に補間画素を埋め込んでやる必要がある。ここでは、拡大された既存画素の midpoint に、既存画素のエッジ画像データの間接値を埋めることで実現する。例えば、既存のエッジ画像を拡大して画素位置P(x,y#0)とQ(x+1,y#0)となり、その間に拡大画素数に従いx方向に補間を埋める必要がある場合には、(数8)の(a)ようになる。ここで、画素位置PにおけるデータをD(x,y#0)、画素位置QにおけるデータをD(x+1,y#0)、補間データをDHとする。また、画素位置P(x,y#0)とQ(x+1,y#0)の間のy方向に補間を埋める必要がある場合には、(数8)の(b)ようになる。

【0056】

【数8】

(a) x方向での補間

$$\begin{aligned} DH_{ed}(x, y_0) &= (D_{ed}(x, y_0) + D_{ed}(x+1, y_0)) / 2 \\ x_h &= (x+x+1) / 2 \\ y_h &= y_0 \end{aligned}$$

(b) y方向での補間

$$\begin{aligned} DH_{ed}(x_0, y) &= (D_{ed}(x_0, y) + D_{ed}(x_0, y+1)) / 2 \\ x_h &= x_0 \\ y_h &= (y+y+1) / 2 \end{aligned}$$

【0057】

なお、x方向での補間画素を使ってy方向にさらに埋め込むことで補間精度をさらによくなると考える。

【0058】

602では、601で得られた拡大エッジの推定画像に直交変換により周波数成分を求める。これは、主に画像の鮮やかさや細部の特徴、エッジを表す高周波成分はこのようなエッジ画像に多く含まれていることに起因するものであり、エッジ抽出した画像では、その他の部分の情報が欠如しているため、高周波成分は現れるが、より低域成分は弱いレベルでしか現れないであろうという考えによる。そこで、元の原画像の全体的な特徴を持つ11の周波数成分データを602の

拡大エッジ画像の周波数成分の低域に埋めることで、拡大画像の持つ周波数成分を推定するのである。そして、逆直交変換手段 13 を経て、実空間データに戻された拡大画像は 14 で CRT の表示されたり、他の装置への入力になるように出力される。

## 【0059】

このようにすることで、本発明の第 1 のような RBFN による方法を用いることなく、簡単に拡大画像を推定できる。また、エッジ情報をそのまま継承させることで、元の画像の高周波成分を失うことなく強調することができ画像のぼけを減少させることができる。

## 【0060】

## (第 3 の実施の形態)

次に本発明の第 3 の実施の形態である画像拡大装置について説明する。図 10 は第 3 の実施の形態である画像拡大装置の構成を表す。1000 はエッジ生成手段 600 で得られた原画像のエッジ画像に直交変換を行うことで周波数成分データを計算するエッジ画像直交変換手段であり、1001 は 1100 の周波数成分データを、求める拡大率  $s$  に従い拡大した際の拡大エッジ画像の周波数成分データを推定するエッジ周波数推定手段である。

## 【0061】

以上のように構成された第 3 の実施の形態である画像拡大装置の動作について図 11 のフローチャートと図 12 の処理工程の模式図に従い説明する。画像入力手段 10 で得られた原画像に DCT 変換を使って周波数成分データを導出するとともに、図 10 のようなラプラシアンフィルタを使って原画像のエッジ画像を 600 で生成する。1000 はこの 600 のエッジ画像に対して、DCT を行い、エッジ画像の周波数成分データを求める。このエッジ画像の周波数成分データから、本発明の第 1 の実施の形態である画像拡大装置でも使用した非線形関数近似に優れているラジアル基底関数ネットワーク (RBFN) を使って、拡大された画像のエッジ部分より得られる周波数成分データを 1001 のエッジ周波数推定手段が推定する。そして、この推定された周波数成分データの低域領域を、元の画像から得られた周波数成分に置き換えることで求める拡大画像の周波数成分データを

獲得するのである。

【0062】

こうすることで、本発明の第2の実施の形態である画像拡大装置と同様に、主にエッジ情報に含まれている画像の高周波成分の特徴から拡大画像の高周波成分データを多く含む拡大エッジ情報を推定し、それを使うことで拡大後の画像に鮮明さを与える高周波成分をうまく補うことができる。また、本発明の第2の実施の形態である画像拡大装置では、原画像のエッジ画像の単純な線形補間画像から拡大エッジ画像の周波数成分データを推定していたが、一般にこの補間は非線形近似に相当するものであることから、単純に2サンプリング間の線形補間方法よりも、この例で用いたような非線形推定方式を用いた方が推定精度が良くなると思われる。なお、この非線形推定方法については、本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置で使用した画像周波数非線形推定手段101のRBFNの入力に、原画像の周波数成分データではなく、原画像から得られたエッジ画像の周波数成分データを使用する点が異なるのみなので詳細は省略する。なお、この非線形推定方法については、本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置で説明したように、学習データを用いたニューラルネットワーク方式やファジィルールに従う方法、カオス決定論的な予測方式等も使用することが可能であるが、これらの場合には、あらかじめ大規模な学習データを用意することが必要となることに注意する。

【0063】

また、1001のエッジ周波数推定手段には、図13のように、拡大率 $s$ に応じて、高周波側よりサンプルされた画像のDCT成分間の中間値を求め、改めてDCT成分位置を先頭より割り振ることで拡大エッジの周波数成分を推定することができる。このようにすることでも、拡大後の画像に鮮明さを与える高周波成分を補うことができる。

【0064】

なお、図13の表す画像拡大装置と本発明の第2の実施の形態である画像拡大装置と違いであるが、手法的にはあまり差がないように思われる。しかし、任意の拡大エッジ画像を作成する際に、本発明の第2の実施の形態である画像拡大装

置では、元のエッジ画像の画素間のどこに優先的に補間画素を入れるかにより、エッジの特徴等が変化する可能性があり、補間順番に工夫が必要となる。しかし、図13のように周波数成分で補間する場合には、高周波成分を補うという観点から、高周波成分よりDCT成分の補間値を埋め込んで拡大画像の周波数成分を推定すればよい。

#### 【0065】

##### (第4の実施の形態)

次に本発明の第4の実施の形態である画像拡大装置について説明する。図15は第4の実施の形態である画像拡大装置の構成を表し、図16は第4の実施の形態である画像拡大装置における全体の処理のフローチャートを表す。図15において、1500は10で入力された原画像を複数のブロックに分割するブロック分割手段、1501は1500で得られた各ブロックに対して、FFTやDCTのような直交変換を行うブロック画像直交変換手段、1502は1500で得られた各ブロック内の原画像から、そのブロックを拡大した際の拡大ブロック画像の周波数成分データを推定する拡大ブロック画像周波数推定手段、1503は1502で得られた拡大後のブロック画像の周波数成分データのうちで、必要とする領域のみを抽出するブロック内周波数抽出手段、1504は1503で抽出された拡大ブロック内の周波数データを元の実空間データに戻すための逆直交変換を行うブロック逆直交変換手段、1505は原画像を構成するブロックの拡大ブロックをもとに1枚の拡大画像データを構成する拡大画像再構成手段である。

#### 【0066】

以上のように構成された第4の実施の形態である画像拡大装置では、図16のフローチャートのように処理が行われる。画像入力手段10で入力された原画像には数百画素×数百画素以上の大きさを占めるものも多く、この原画像に本発明の第1から第3の実施の形態である画像拡大装置のように1度の直交変換をかけた場合、その処理時間は膨大に大きなものとなる。そのため、通常は、4画素×4画素から16画素×16画素の大きさのブロックに分割して各ブロックを目的とする画像拡大率sに応じた画素サイズに拡大し、それを再構成する方法が用いられる。しかし、このような場合、次にしめすような問題が指摘されている。

【0067】

図14はその問題を模式的に示したものである。ここでは、説明を簡単にするためにブロックAiにおいて $y=y\#0$ の時のx方向の画素データ $D(x, y\#0)$ に1次元DCT変換をかけた場合を取り上げる。

【0068】

x方向に0から $n-1$ 個のデジタル画像データがあり、これに1次元DCTを行った場合、この $n$ 個の画像データの従う関数はx方向に関して $n$ の周期を持つ周期関数であると仮定して、 $n$ 個の周期を持つコサイン関数 $\cos(i \cdot x \cdot \pi / n)$  ( $i=0, \dots, n-1$ )の線形結合で近似されること同意義である。その結果、 $D(x, y\#0)$ は(数9)のように表すことができる。

【0069】

【数9】

$$D(x, y_0) = \sum_{i=0}^{n-1} \alpha_i \cdot \cos(i \cdot x \cdot \pi / n)$$

【0070】

$\alpha\#i$ は、 $i$ 番目のDCT成分を表す。このような場合、図14にあるように、 $x=n$ での画像データ $D(n, y\#0)$ は $x=0$ のデータ $D(0, y\#0)$ と同じとなるが、 $x=n-1$ のデータ $D(n-1, y\#0)$ と $x=n$ つまり $x=0$ のデータ $D(n, y\#0)=D(0, y\#0)$ の間の差が大きいほど、この間に埋め込まれるx方向の拡大データと次の $x=n$ から $x=2n-1$ におけるブロックより得られる拡大データの $x=n$ の値 $D(n, y\#0)$ の間の開きが生じ、結果としてx方向においてこの境界付近で不連続をになってしまうのである。2次元DCTはこのような1次元DCTをy方向に拡張したものであることから、この不連続性は2次元DCTに拡張した場合にも同様に生じてしまう。この第4の実施の形態である画像拡大装置はその問題を解消するための発明である。図16はこの発明の処理を表したフローチャートであるが、基本的には、第1から第3の実施の形態である画像拡大装置と同様な過程をとる。ただ、原画像を複数のブロックに分割していることから、原画像を構成するブロックAi ( $i=0, \dots, L-1$ )すべてに対して処理がおわったかどうかの判定部と、その判定が満足された後に、得られた各



ブロックの拡大ブロック画像データを1つに再構成する処理が新たに加えられている。そのため、ブロック内周波数抽出手段1503、1504、そして拡大画像再構成手段1505に関して処理の流れを中心に説明する。

#### 【0071】

原画像を $n \times n$ のブロック $A_i$  ( $i=0, \dots, L-1$ )に分割し各ブロックを $m \times m$ のブロック $B_i$  ( $i=0, \dots, L-1$ )に拡大することで、原画像を $s=m/n$ の拡大率で拡大する場合を考える。ここで、 $L$ はブロック数に相当する。ブロック分割手段1500がこのブロック分割を担当するが、図17の左図のように $n \times n$ ではなく $(n+u) \times (n+u)$ のサイズのブロック $A_i'$  ( $i=0, \dots, L-1$ )のように隣同士のブロックが重なるように分割する。そして、この $A_i$ の周波数成分データを $((n+u) \times s) \times ((n+u) \times s)$ の周波数成分データに拡大する。これは1502で処理されるが、この内容については本発明の第1から第3の拡大方法をブロック単位で処理することとなるため、詳細は説明しない。なお、ブロックサイズ $n \times n$ であるが、通常4画素 $\times$ 4画素から16画素 $\times$ 16画素が使用される。もし $n=8$ とした場合、その重なり領域を作る $t$ としては $t=3$ を採用するが、これに限ったものではないことに注意する。

#### 【0072】

ブロック内周波数抽出手段1503では、得られたブロック $B_i'$ の全周波数成分データを使用せず、低周波数より必要とする $m \times m$ のサイズだけのデータを取り出し改めて拡大ブロック $C_i$ とする処理を行う。 $C_i$ に対して、逆直交変換が行われ、1505の拡大画像再構成手段で、ブロック $C_i$ の推定画像データを対応する位置に配置することで最終的に拡大画像を得るのである。このようにすることで、ブロック $C_i$ の隣り合うブロック境界付近での補間データと、次のブロック $C_{i+1}$ の先頭の画像データとの不連続性を避けることができ、ブロック歪みを提言することが可能となる。

#### 【0073】

##### (第5の実施の形態)

次に本発明の第5の実施の形態である画像拡大装置について説明する。図18は第5の実施の形態である画像拡大装置の構成を表し、図19は第5の実施の形態である画像拡大装置における全体の処理のフローチャートを表す。図18にお

いて 1 8 0 0 は、1 5 0 0 で分割された  $n \times n$  の画像サイズのブロック  $A_i (i=0, \dots, L-1)$  内の画像信号に所定の変換関数を行うことで、拡大後のブロック画像の歪みが発生しにくいように変換を行うブロック内信号変換手段である。あと、本発明の第 4 の実施の形態である画像拡大装置より、1 5 0 3 のブロック内周波数抽出手段が外されている以外は同じ構成をしている。

## 【0 0 7 4】

第 4 の実施の形態である画像拡大装置は、1 5 0 0 のブロック分割手段で重なりを持つように大きめにブロック分割し、得られた拡大ブロックから必要とするサイズの周波数成分データを取り出して再度拡大ブロックの周波数データに置き直している。一方、本実施例では、ブロック分割 1 5 0 0 では重なりを持たせず  $n \times n$  のサイズのブロック  $A_i (i=0, \dots, L-1)$  に分割する。そして、そのブロック内信号を変換し、その変換済みの画像データから拡大されたブロック  $B_i (i=0, \dots, L-1)$  を推定する点が異なっている。

## 【0 0 7 5】

以上のように構成された第 5 の実施の形態である画像拡大装置の動作について図 1 9 のフローチャートと図 2 0 の処理工程の模式図に従い説明する。原画像をブロックに分割し、各ブロック  $A_i (i=0, \dots, L-1)$  における画像データの変換処理を 1 8 0 0 で行う。1 8 0 0 では、図 2 1 の右図で示されるような処理を行う。図 2 1 の左図は、ブロック  $A_i$  における画像データ  $D(x, y)$  の遷移を表すが、右図はこの中の  $y=y\#0$  における  $x$  方向の遷移  $D(x, y\#0)$  を表す。

## 【0 0 7 6】

まず、 $x=0$  における画像データ  $D(0, y\#0)$  と  $x=n-1$  における画像データ  $D(n-1, y\#0)$  を通過する関数  $\rho(x, y\#0)$  を定義する。その関数としては多くの例があるが、ここでは (数 1 0) のような 1 次式を定義する。

## 【0 0 7 7】

## 【数 1 0】

$$\rho(x, y_0) = D(0, y_0) + (D(n-1, y_0) - D(0, y_0)) / n \cdot x$$

## 【0078】

この  $\rho(x, y\#0)$  を  $D(x, y\#0)$  から減算した  $\Phi(x, y\#0) = D(x, y\#0) - \rho(x, y\#0)$  を計算する。これを左の(a)のようにブロック内全ての  $\forall y\#0$  に対して求める。さらに(b)のように  $x=x\#0$  を固定した  $y$  方向において同様の減算関数  $\Phi(x\#0, y) = D(x\#0, y) - \rho(x\#0, y)$  を求める。そして、これらの減算関数の絶対値の  $(x=0, \dots, n-1, y=0, \dots, n-1)$  における最大値  $\text{Max}\Phi$  で正規化することで右図の(c)のようになる。この時点におけるデータは  $x$  方向でみた場合、ブロック境界である  $x=n-1$  と  $x=0$  つまり  $x=n$  におけるデータがともに0となり、かつ全体が-1から1の区間に入るようにされているため、 $x=n-1$  の後に埋め込まれる補間データと  $x=n$  のデータの間の差は非常に小さくなる。そのため、ブロック接続における歪みを抑えることが可能となる。

## 【0079】

なお、ここでは(数10)のような1次式を使用した。一般にこのG点とH点における境界条件を満足するような関数であれば問題ないので、変換後の変動を抑えやすいような関数を  $\rho(x, y\#0)$  に使用することでより歪みを抑えることができる。するとともに、拡大された周波数成分を精度よく推定することができる。

## 【0080】

このように入力画像信号を複数のブロックに分割し各ブロック毎に拡大画像ブロックの推定を行う際に、入力された原画像信号ブロック毎にブロック境界における信号レベルを0に近づけることで、直交変換上での補間で行われる拡大画像の推定時のゆらぎを造るブロック境界の不連続性を低減することが可能となる。

## 【0081】

## (第6の実施の形態)

最後に本発明の第6の実施の形態である画像拡大装置について説明する。図22は第6の実施の形態である画像拡大装置の構成を表し、図23は第6の実施の形態である画像拡大装置における全体の処理のフローチャートを表す。カラーの原画像の拡大画像を推定する際、1色の多階調データの拡大処理よりも拡大処理が膨大となるという欠点を持つ。本発明はその効率化に関する発明である。

## 【0082】

図22において、2200はカラー原画像より基準とするカラー成分を選択する基準成分選択手段であり、2201は基準成分と残りのカラー成分の間の単純比率を計算する変換比率導出手段であり、2202は基準成分データに対して直交変換を行う基準画像直交変換手段であり、2203はその基準成分データに対して拡大画像の周波数成分データを推定する基準拡大画像周波数推定手段であり、2204は2203で得られた基準成分データの拡大画像の周波数成分データに逆直交変換を行うことで、元の実空間データに戻す基準逆直交変換手段であり、2205は2204で得られた基準成分の拡大画像から残りのカラー成分の拡大画像を推定する不足成分拡大手段であり、2206はこれまでに得られた各カラー成分の拡大画像を1つに再構成する拡大カラー画像再構成手段である。

#### 【0083】

以上のように構成された第6の実施の形態である画像拡大装置の動作について図23のフローチャートと図24の処理工程の模式図に従い説明する。10で入力されたカラー原画像から基準とするカラー成分を2200で選択する。通常、カラー原画像の構成はレッド、グリーン、ブルーの2つのカラー成分より構成されており、輝度情報にグリーンデータが大きく反映されることを考慮すると、基準成分としてはグリーンデータが選択される。2201の変換比率導出手段では、このグリーンデータに対するレッド成分の単純比率 $\text{ratio\#r}$ とグリーンデータに対するブルー成分の単純比率 $\text{ratio\#b}$ を求める。比率を求める方法としては多種多様なものがあるが、ここでは、(数11)のように、対象とする領域内のレッドのグリーンに対する比率の平均値と対象とする領域内のブルーのグリーンに対する比率の平均値を用いることとする。

#### 【0084】

【数 1 1】

$$\text{ratio}_r = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} r_{ij} / g_{ij}$$

$$\text{ratio}_b = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} b_{ij} / g_{ij}$$

【0085】

(数 1 1) で、 $r_{ij}$ は原画像における画素位置 $(i, j)$ のレッドデータであり、 $g_{ij}$ は原画像における画素位置 $(i, j)$ のグリーンデータであり、 $b_{ij}$ は原画像における画素位置 $(i, j)$ のブルーデータである。しかし、このように 1 つの比率係数を使って拡大された残りの成分を全て推定するのではなく、各画素におけるグリーンデータに対するレッド成分の比率より構成されるマトリックス $R\#r$ とグリーンデータに対するブルー成分の単純比率より構成されるマトリックス $R\#b$ を採用することも可能である。この場合、1 つの比率係数を使うよりも、元のカラー原画像の特徴を再現することが可能となり、より精度良くカラー画像の拡大を行うことができる。

【0086】

この基準成分であるグリーンデータに対して、本発明の第 1 から第 5 の実施の形態の画像拡大装置と同様に、拡大処理を 2202、2203、2204 で行う。そして、2205 の不足成分拡大手段において、2204 の拡大されたグリーンデータに 2201 で得られた $\text{ratio}\#r$ とグリーンデータに対するブルー成分の単純比率 $\text{ratio}\#b$ をかけることで、残りのレッド、ブルー成分における拡大データを作成する。この 3 つの拡大成分を 1 つにまとめることで、カラー原画像の拡大画像を得ることができ、14 ではそれを CRT 等に表示したり、プリンタ等の出力装置に渡したり、他の画像処理装置で扱われるデータと出力処理が行われるのである。

【0087】

このような処理をとることで、カラー原画像を構成する複数成分おのおのに拡

大処理をする手間が省け、処理の簡単化をはかることが可能となるのである。

【0088】

【発明の効果】

以上のように本発明における第1の画像拡大装置は、画像信号に直交変換を施して原画像の周波数成分を生成する原画像直交変換手段と、原画像直交変換手段で得られた原画像の周波数成分より、拡大画像の周波数領域成分を推定する拡大画像周波数推定手段と、拡大画像周波数推定手段で生成された拡大画像周波数成分に、そのサイズに対応する逆直交変換を施して拡大画像信号を得る逆直交変換手段とを備えるものであるので、削除された高周波成分を精度良くかつ予めルール等を作成することなく手軽に推定することが可能となる。

【0089】

本発明における第2の画像拡大装置は、原画像から高周波成分を多く含むとされているエッジ画像を取り出し、その線形変換により得られた拡大エッジ画像から直交変換を使って、拡大された画像の高周波数成分を推定している。そのため拡大された画像に特にエッジ情報を強く付加することができ、従来の手法では欠如していたエッジのぼけや不鮮明さ等を低減することができる。

【0090】

本発明の第3の画像拡大装置は、原画像から高周波成分を多く含むとされているエッジ画像の周波数成分を取り出し、そのデータより拡大エッジの周波数成分を直接推定することで、エッジ拡大の処理の手間を省くことができるとともに、その過程で消失する可能性がある高周波成分の減少をも抑ええることができる。そのため、エッジ情報に含まれる高周波成分の情報をより拡大後の画像に反映でき、ぼけのない鮮明な拡大画像を実現することが可能となる。

【0091】

本発明の第4における画像拡大装置は、入力画像信号を複数のブロックに分割し、各ブロック毎に拡大画像ブロックの推定を行う際に、隣り合うブロック間に重なりを持たせ、拡大後のブロック画像において重なりのある部分については、後で生成された拡大ブロックを有効にすることで、直交変換による関数近似で発生しやすいブロック接続箇所の不連続性を低減でき、ブロック歪みを抑ええるこ

とが可能となる。

【0092】

本発明の第5における画像拡大装置は、入力画像信号を複数のブロックに分割し、各ブロック毎に拡大画像ブロックの推定を行う際に、入力された原画像信号ブロック毎にブロック境界における信号レベルを0に近づけることで、直交変換上での補間で行われる拡大画像の推定時のゆらぎを造るブロック境界の不連続性を低減することが可能となり、結果として拡大画像のブロック歪みを低減することができる。

【0093】

本発明の第6における画像拡大装置は、入力された画像がカラー画像である場合に、入力されたカラー画像を構成するカラー成分で基準とするカラー成分を決定し、その基準カラー成分に対する拡大画像を生成する。そして、残りのカラー成分に対しては、基準カラー成分の拡大画像に変換比率による線形変換を行い推定することで、カラー画像の拡大画像生成における処理の効率化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置の構成を表すブロック図

【図2】

本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置の全体処理フローを表すフローチャート

【図3】

本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置の処理の工程を模式的に表す図

【図4】

本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置の拡大画像周波数推定手段を構成するラジアル基底関数ネットワークの概略図

【図5】

本発明の第1の実施の形態である画像拡大装置での原画像と拡大画像の間の関連を模式的に表す図

【図6】

本発明の第2の実施の形態である画像拡大装置の構成を表すブロック図

【図7】

本発明の第2の実施の形態である画像拡大装置の全体処理フローを表すフロー  
チャート

【図8】

本発明の第2の実施の形態である画像拡大装置の処理工程を模式的に表す図

【図9】

本発明の第2の実施の形態である画像拡大装置のエッジ生成手段で使用される  
ラプラシアンフィルタを表す図

【図10】

本発明の第3の実施の形態である画像拡大装置の構成を表すブロック図

【図11】

本発明の第3の実施の形態である画像拡大装置の全体処理フローを表すフロー  
チャート

【図12】

本発明の第3の実施の形態である画像拡大装置の処理工程を模式的に表す図

【図13】

本発明の第3の実施の形態である画像拡大装置のエッジ周波数推定手段で線形  
近似を用いた場合の処理を模式的に表す図

【図14】

拡大されたブロック間の歪みを模式的に表す図

【図15】

本発明の第4の実施の形態である画像拡大装置の構成を表すブロック図

【図16】

本発明の第4の実施の形態である画像拡大装置の全体処理フローを表すフロー  
チャート

【図17】

本発明の第4の実施の形態である画像拡大装置の処理工程を表す図

【図18】



本発明の第 5 の実施の形態である画像拡大装置の構成を表すブロック図

【図 19】

本発明の第 5 の実施の形態である画像拡大装置の全体処理フローを表すフロー  
チャート

【図 20】

本発明の第 5 の実施の形態である画像拡大装置の処理工程を説明する図

【図 21】

本発明の第 5 の実施の形態である画像拡大装置のブロック内信号変換手段での  
処理を表す図

【図 22】

本発明の第 6 の実施の形態である画像拡大装置の構成を表すブロック図

【図 23】

本発明の第 6 の実施の形態である画像拡大装置の全体処理フローを表すフロー  
チャート

【図 24】

本発明の第 6 の実施の形態である画像拡大装置の処理工程を説明する図

【図 25】

従来の画像拡大装置の構成を表すブロック図

【図 26】

従来の周波数領域に変換して拡大する例を説明する図

【符号の説明】

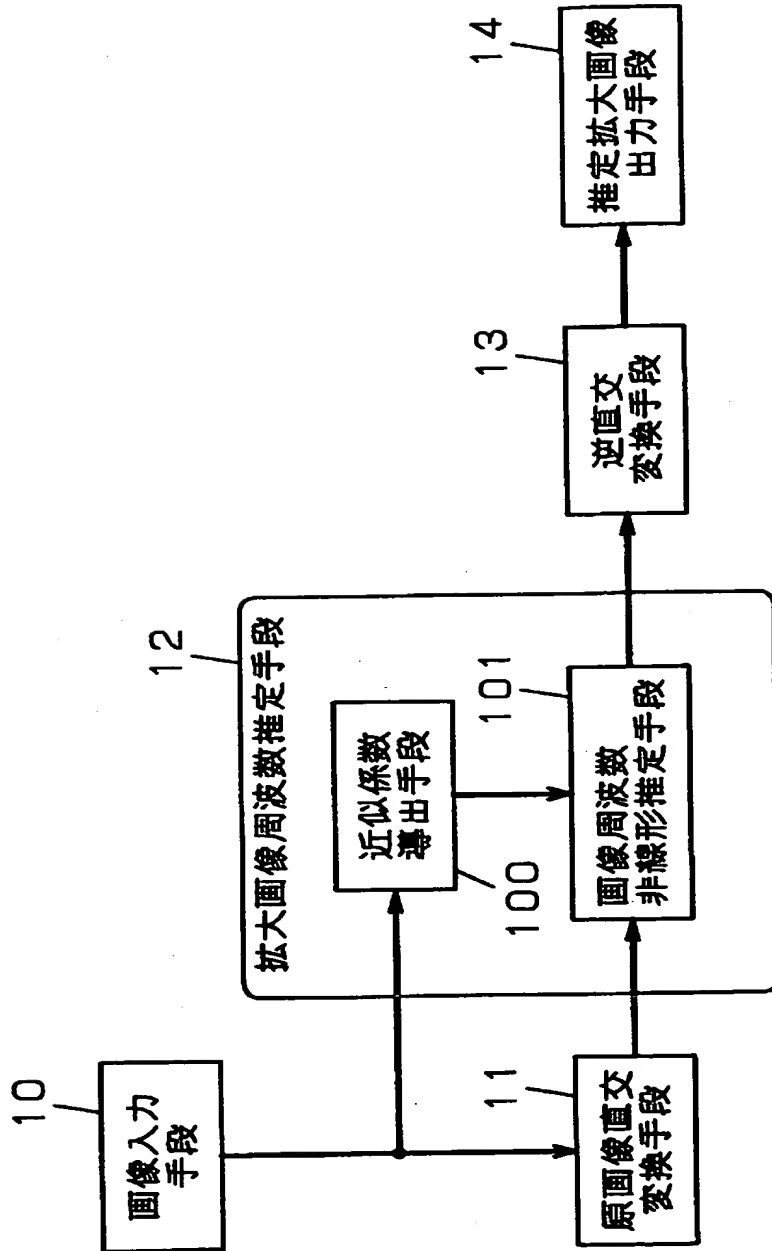
- 10 画像入力手段
- 11 原画像直交変換手段
- 12 拡大画像周波数推定手段
- 13 逆直交変換手段
- 14 推定拡大画像出力手段
- 100 近似係数導出手段
- 101 画像周波数非線形推定手段
- 600 エッジ生成手段

- 601 拡大エッジ推定手段
- 602 エッジ周波数生成手段
- 603 低周波成分置換手段
- 1000 エッジ画像直交変換手段
- 1001 エッジ周波数推定手段
- 1500 ブロック分割手段
- 1501 ブロック画像直交変換手段
- 1502 拡大ブロック画像周波数推定手段
- 1503 ブロック内周波数抽出手段
- 1504 ブロック逆直交変換手段
- 1505 拡大画像再構成手段
- 1800 ブロック内信号変換手段
- 2200 基準成分選択手段
- 2201 変換比率導出手段
- 2202 基準画像直交変換手段
- 2203 基準拡大画像周波数推定手段
- 2204 基準逆直交変換手段
- 2205 不足成分拡大手段
- 2206 拡大カラー画像再構成手段
- 2500 "0"成分埋め込み手段

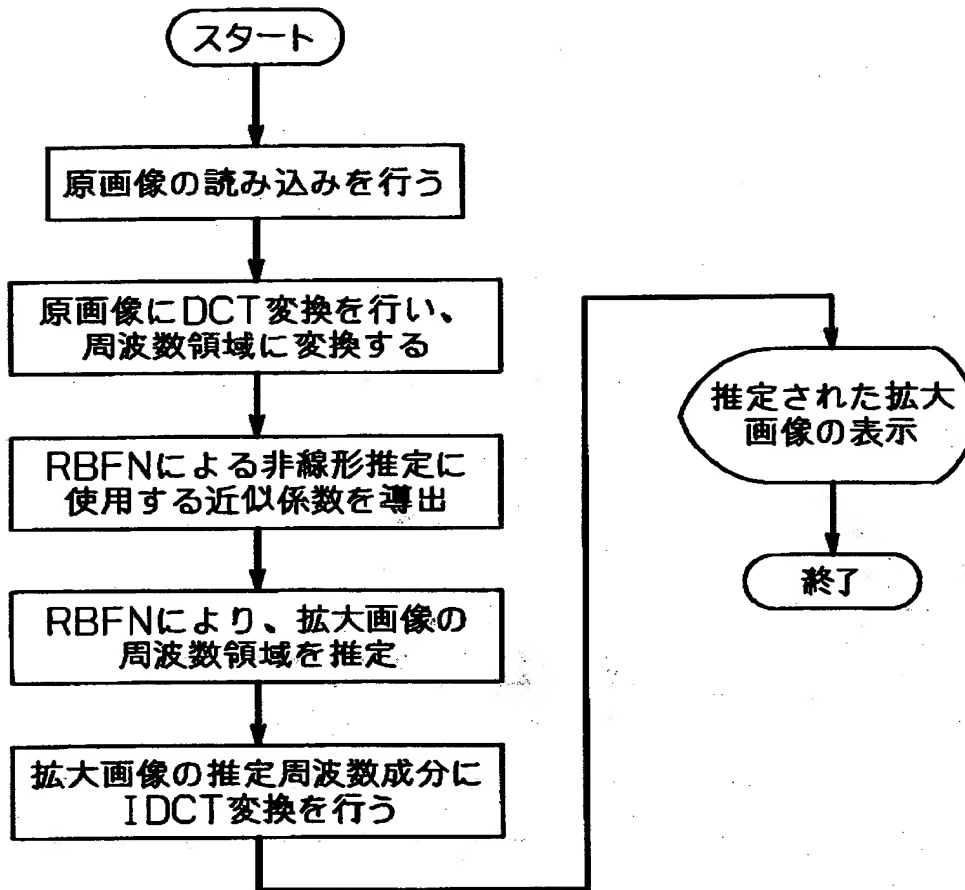
【書類名】

図面

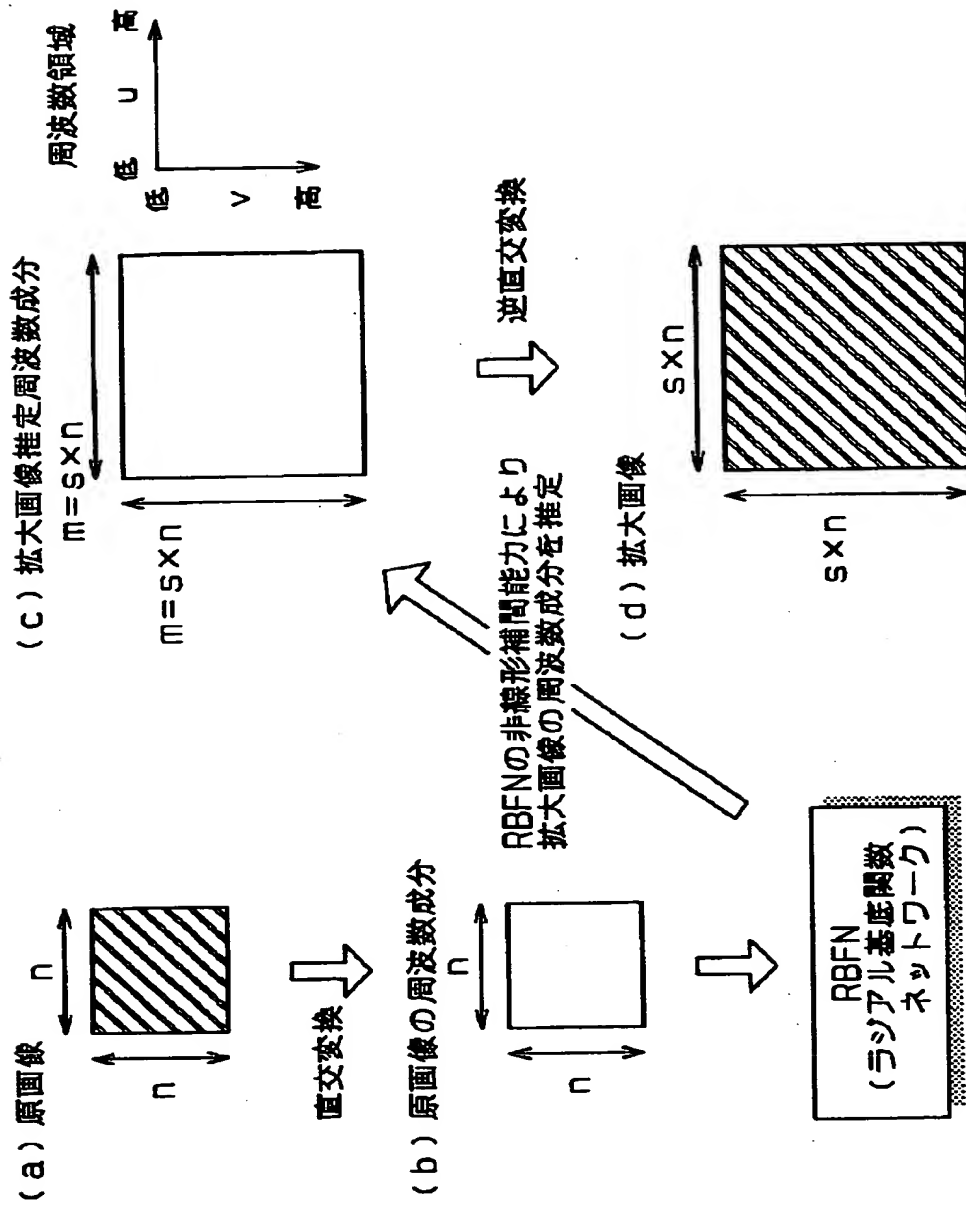
【図 1】



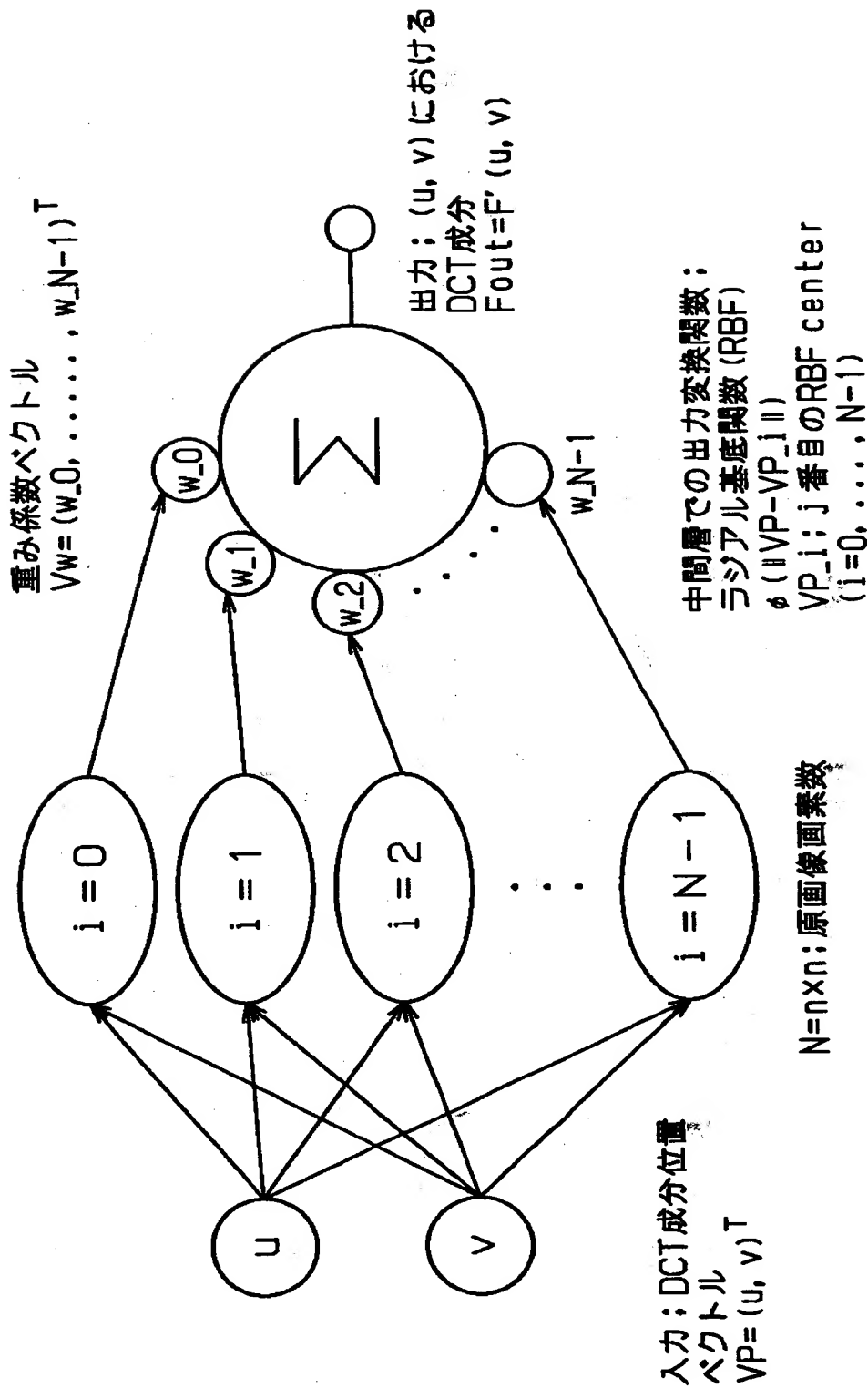
【図 2】



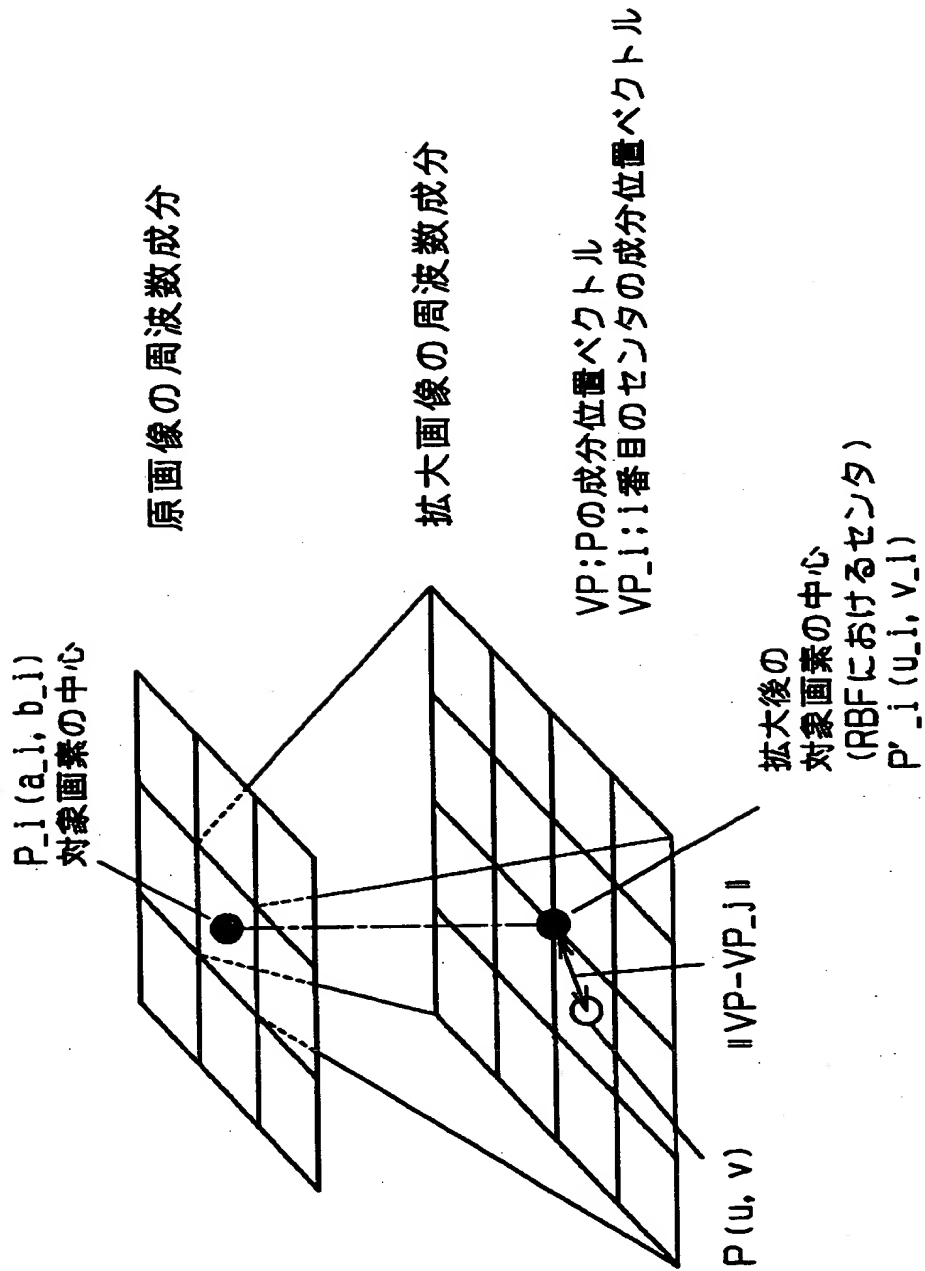
【図 3】



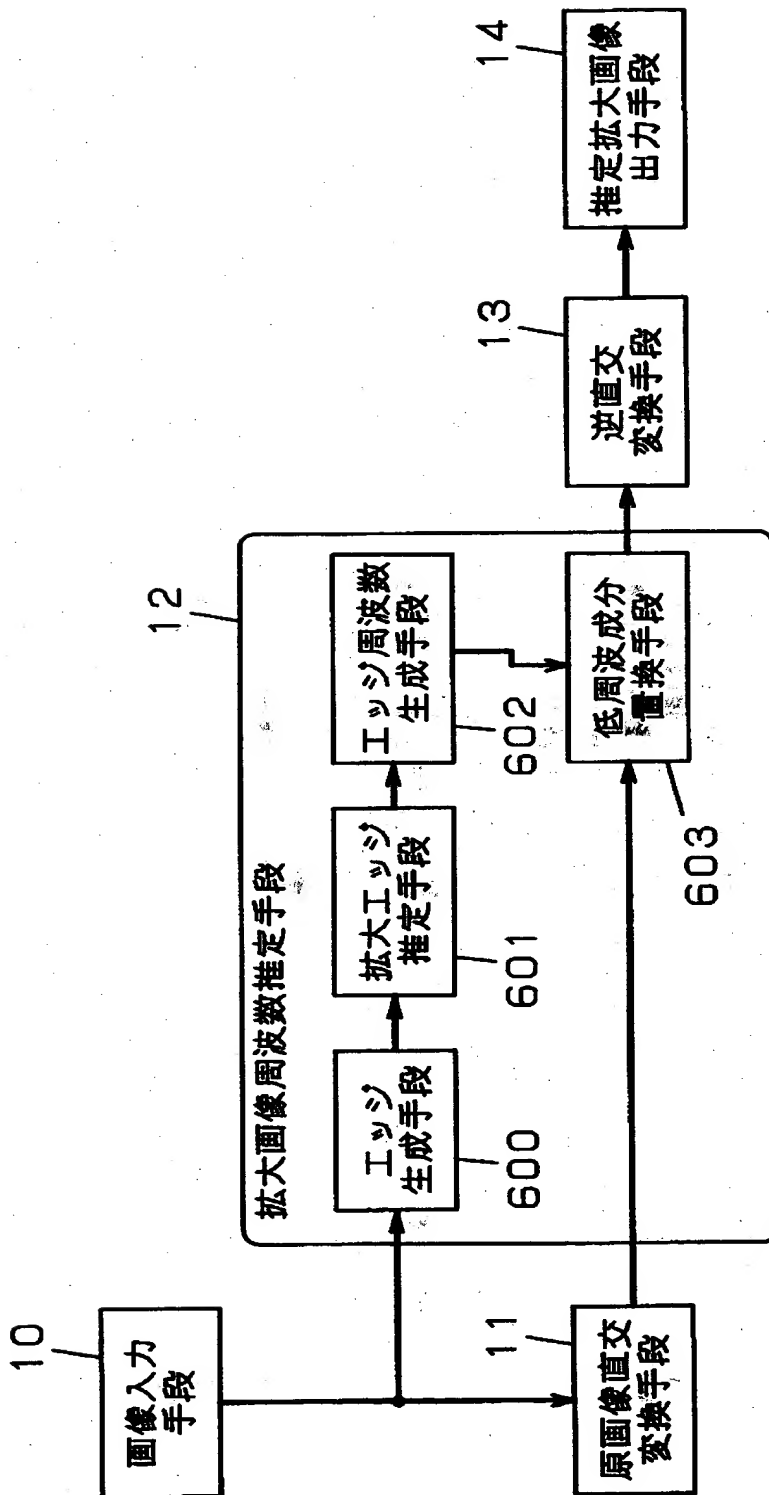
【図4】



【図 5】

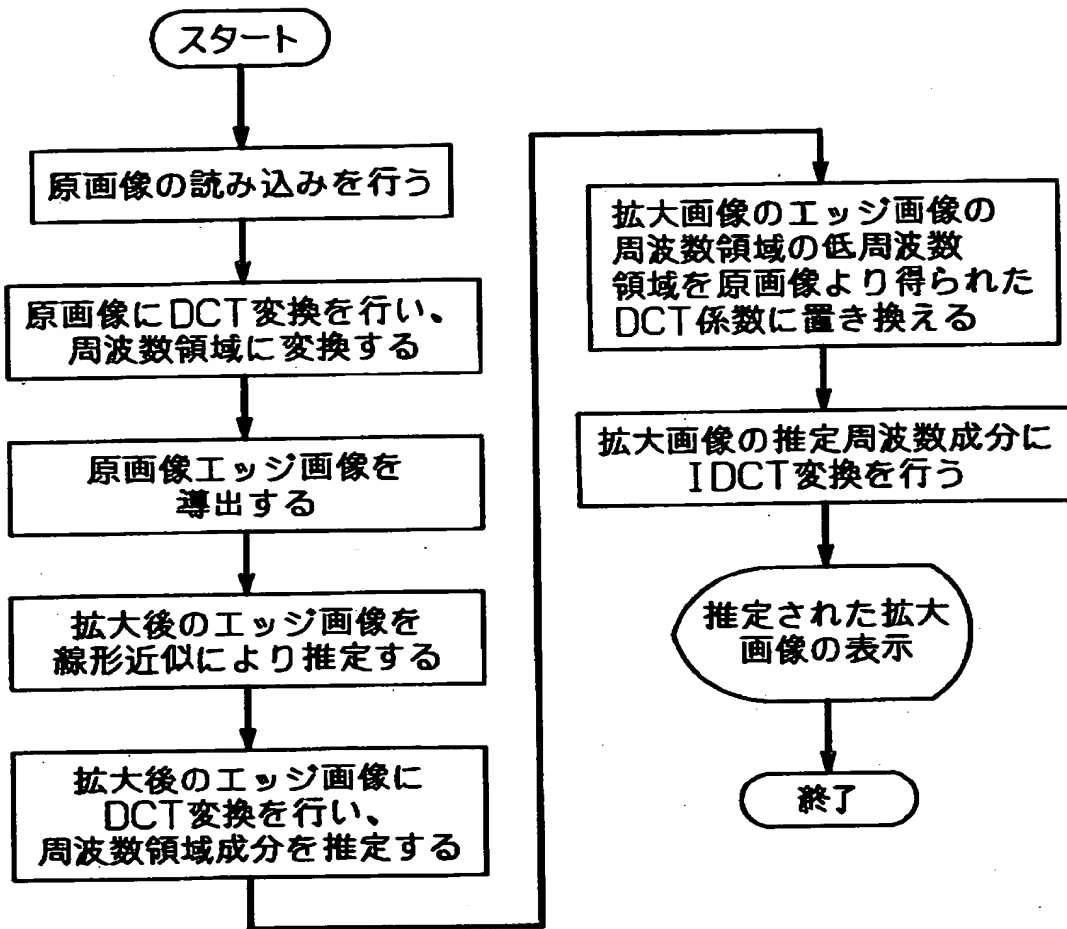


【図 6】

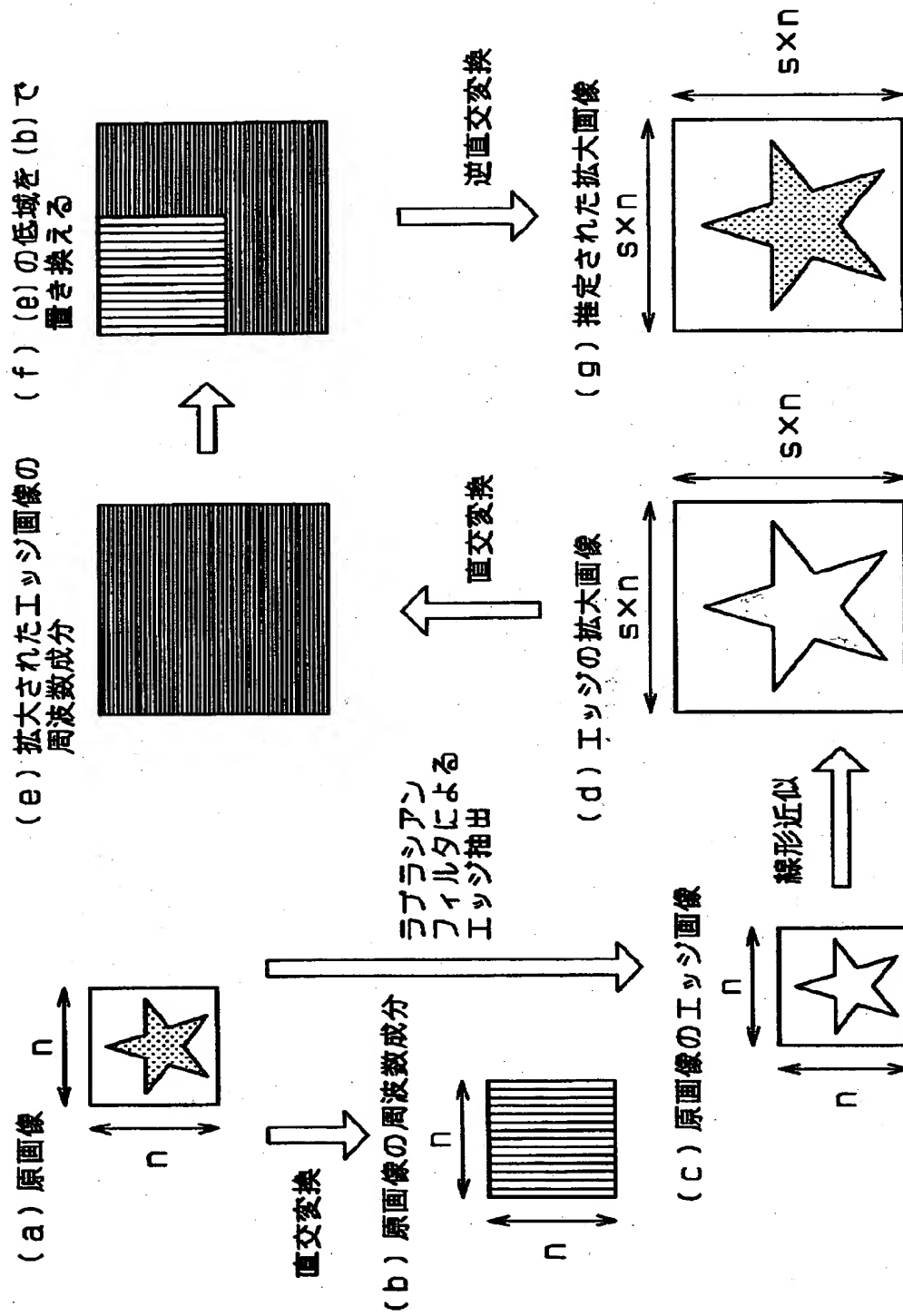




【図 7】



【図 8】



【図 9】

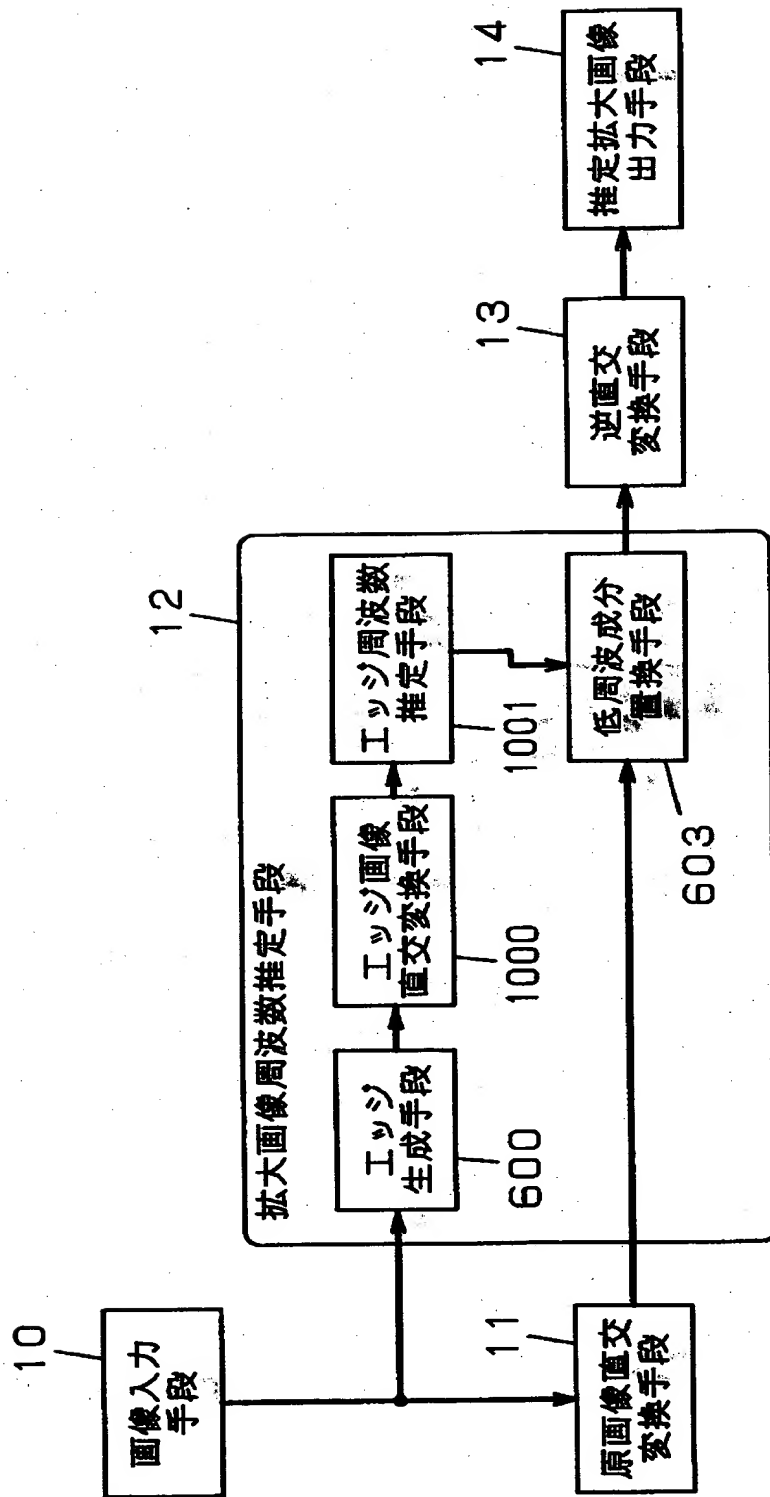
(a) ラブラシアンフィルタの例1

|    |    |    |
|----|----|----|
| -1 | -1 | -1 |
| -1 | 8  | -1 |
| -1 | -1 | -1 |

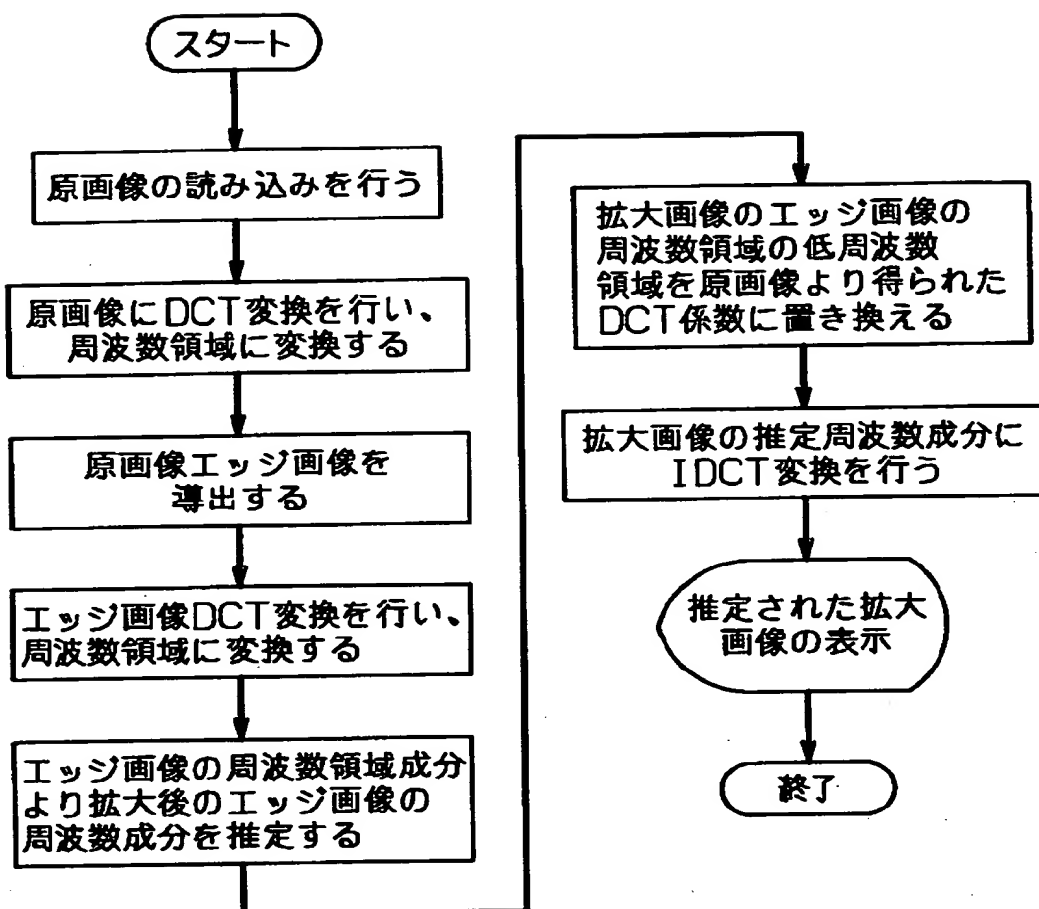
(b) ラブラシアンフィルタの例2

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | -1 | 0  |
| -1 | 4  | -1 |
| 0  | -1 | 0  |

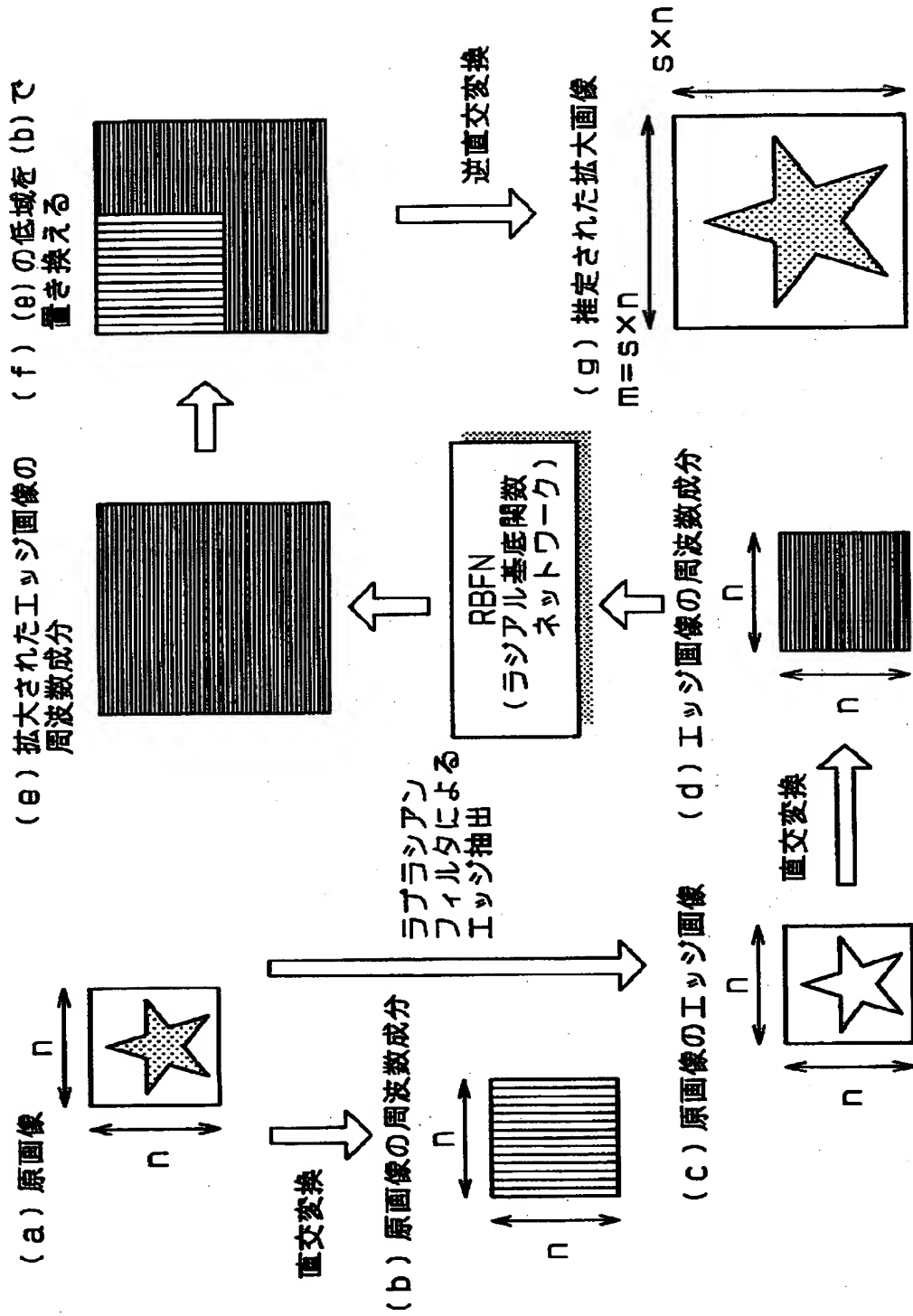
【図 1 0】



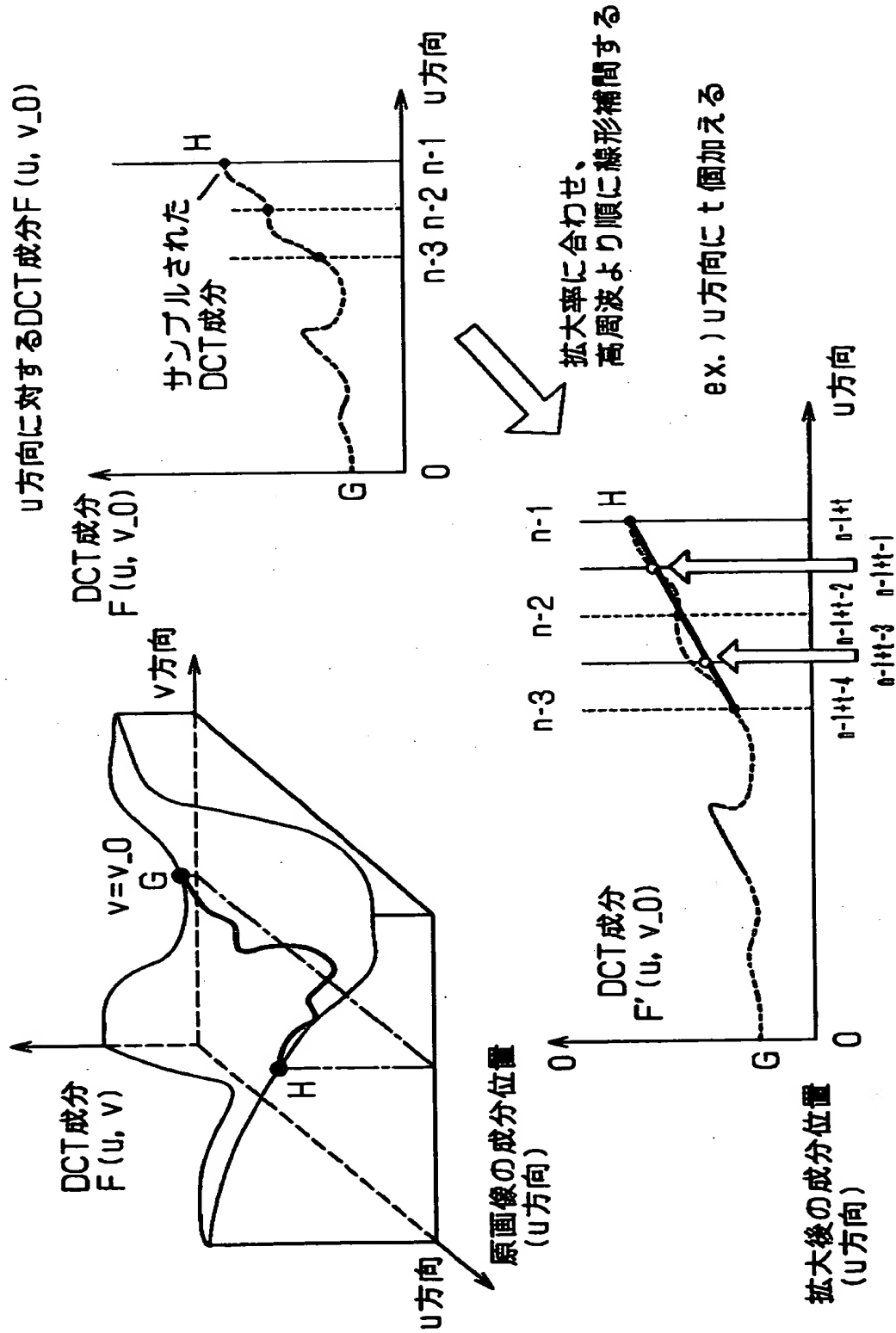
【図 11】



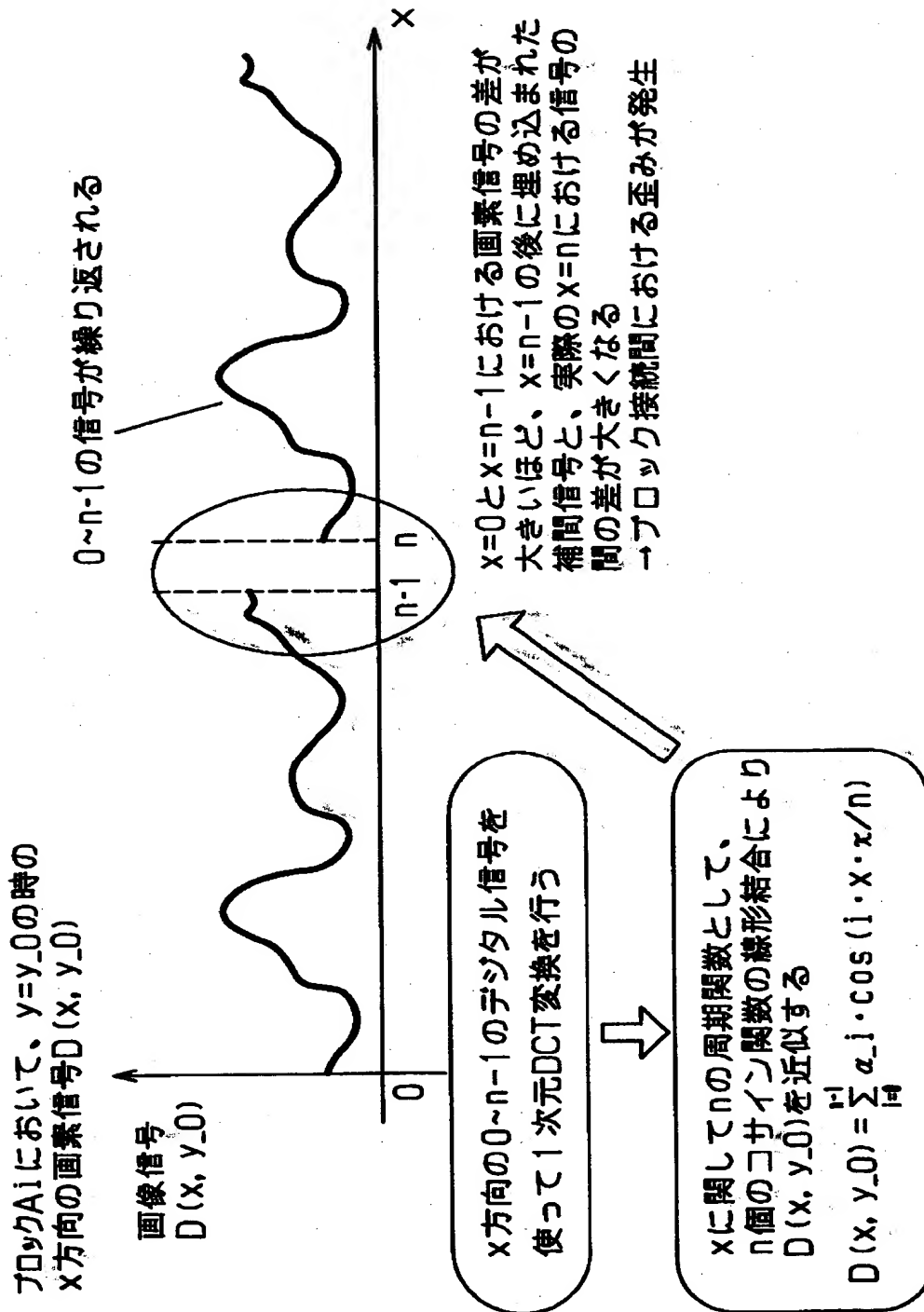
【図 12】



【図 13】

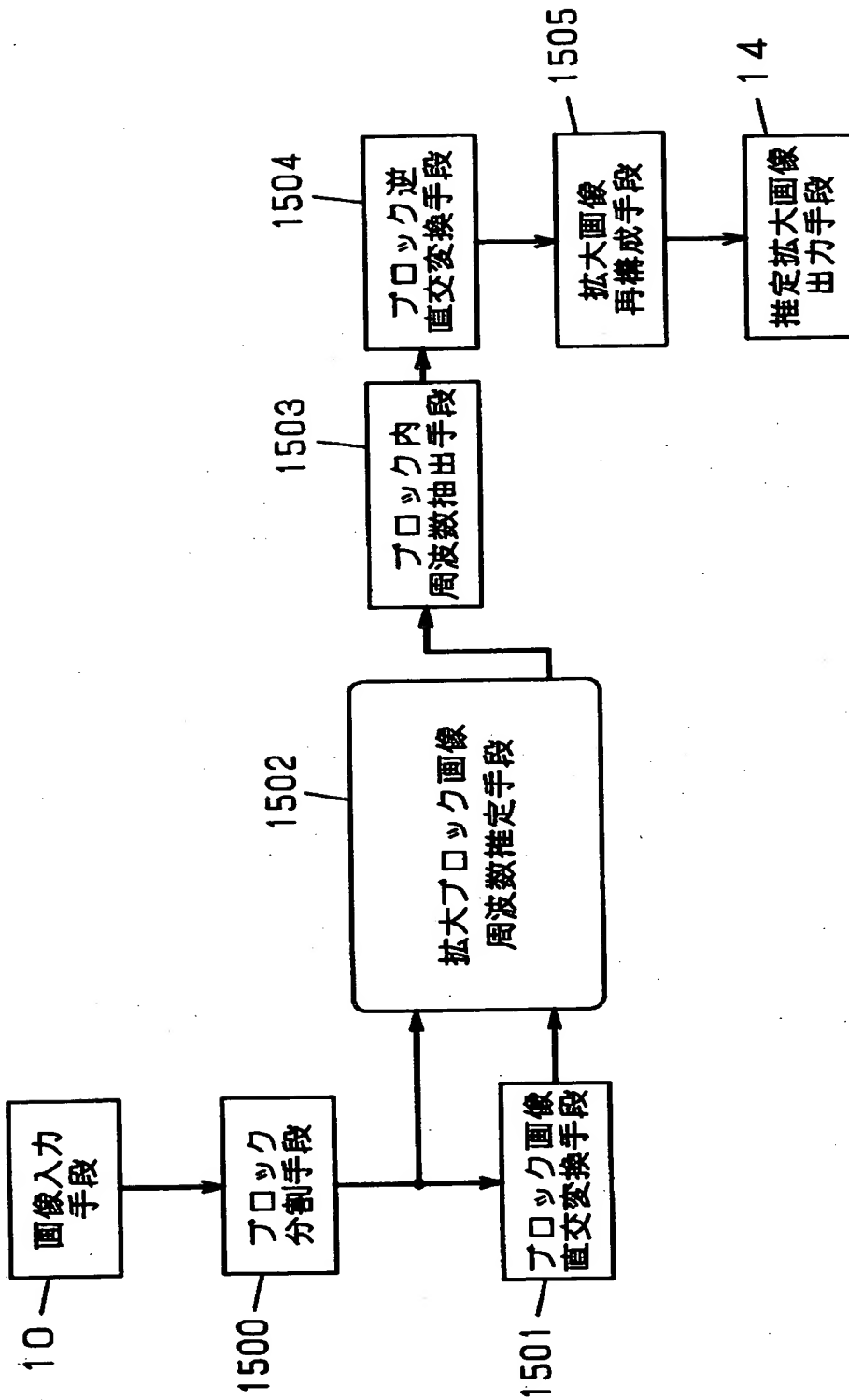


【図 1 4】

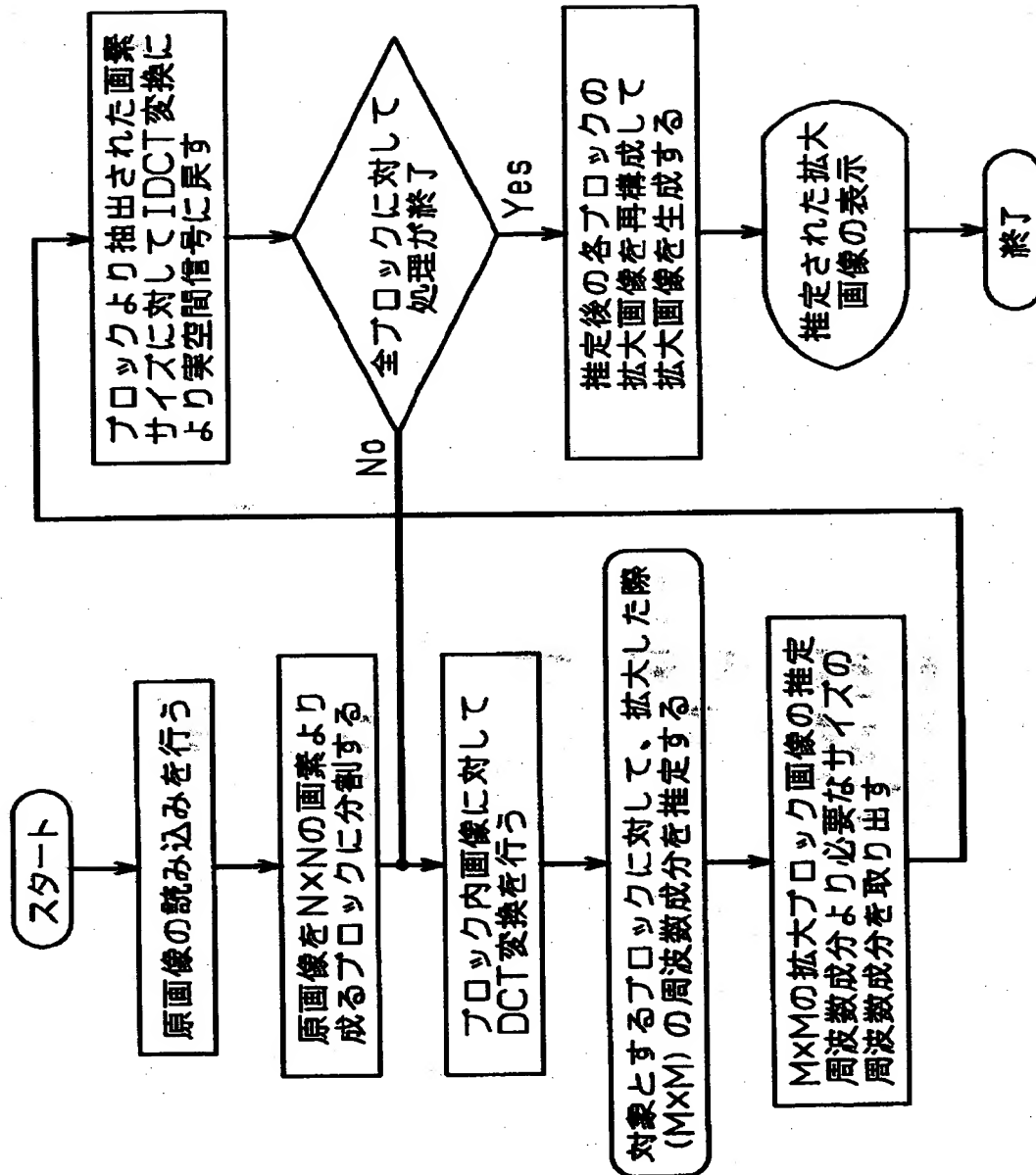




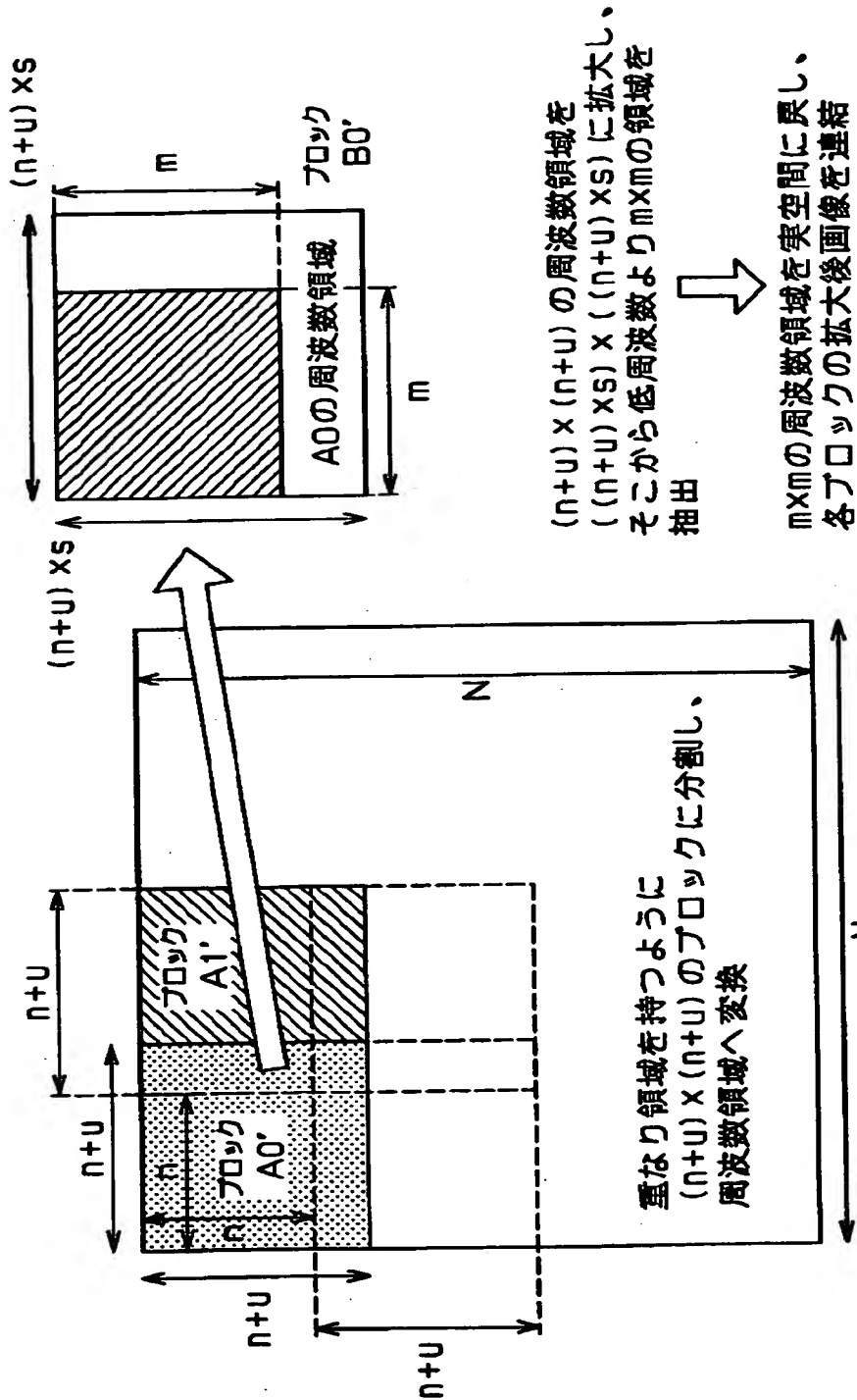
【図 1 5】



【図 16】

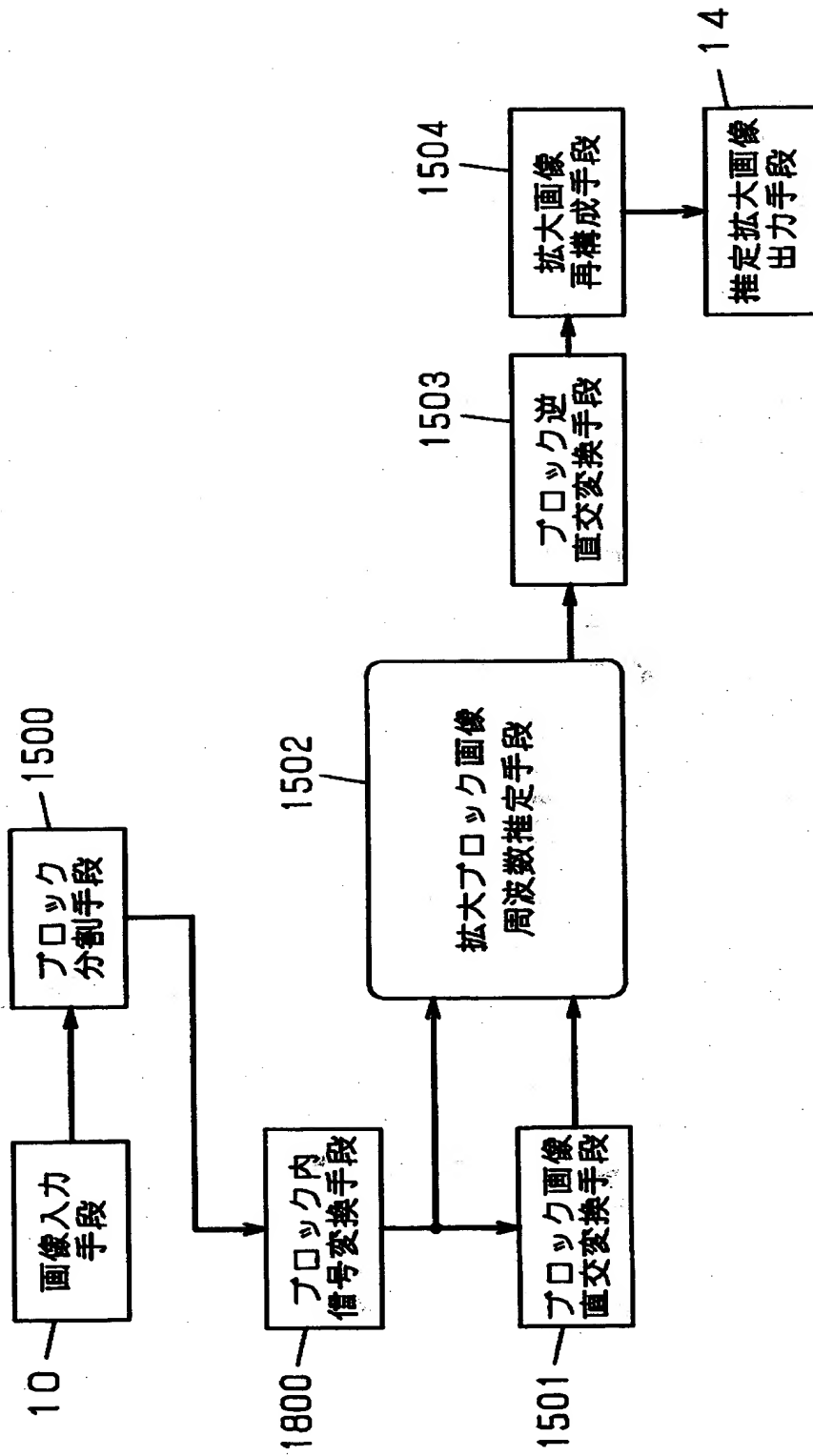


【図 17】

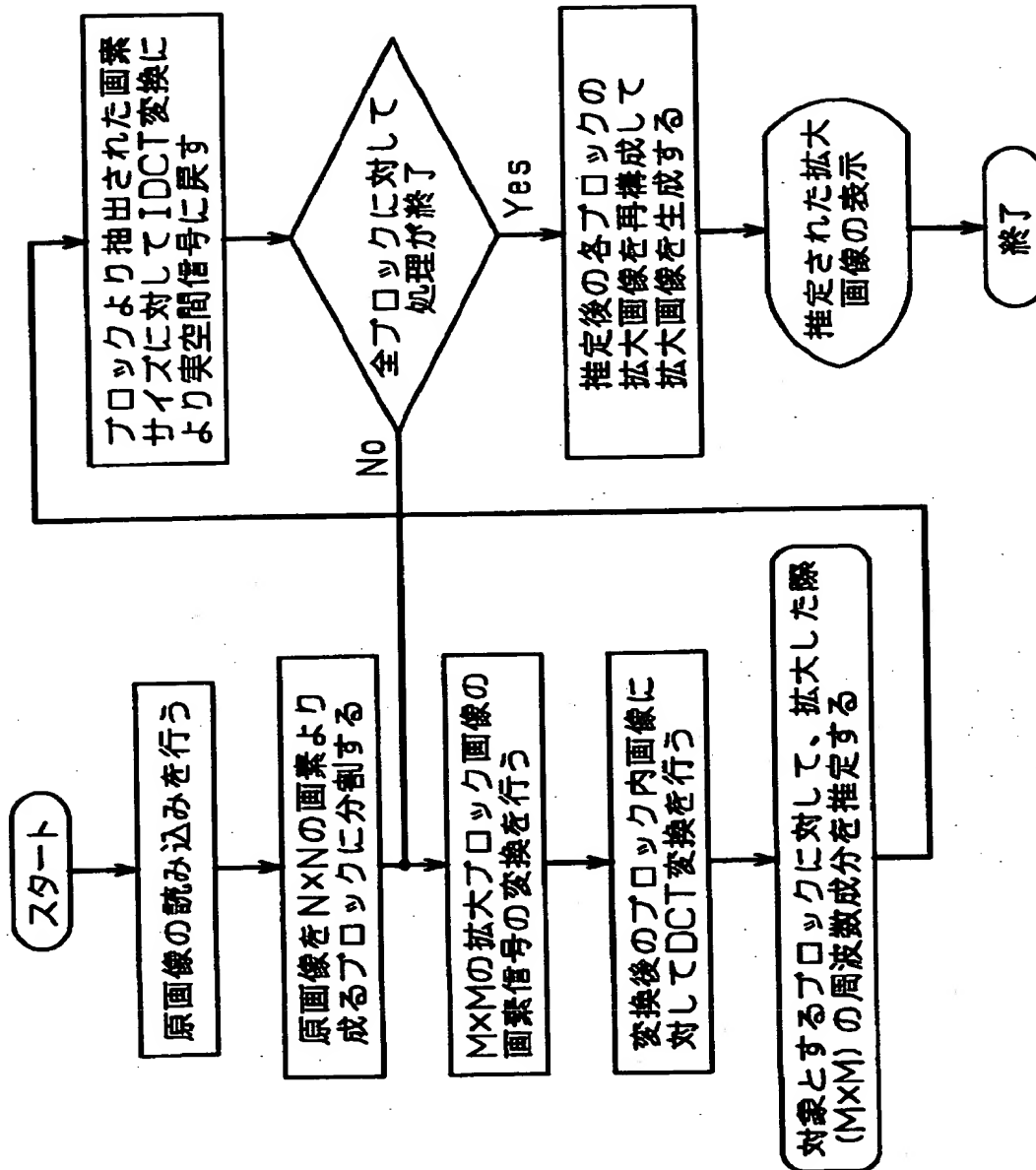


$n \times n$  のブロックに分割し、各ブロックを  $m \times m$  に  
 拡大する場合を考える ( $n < m$ , 拡大率  $s = m/n$ )

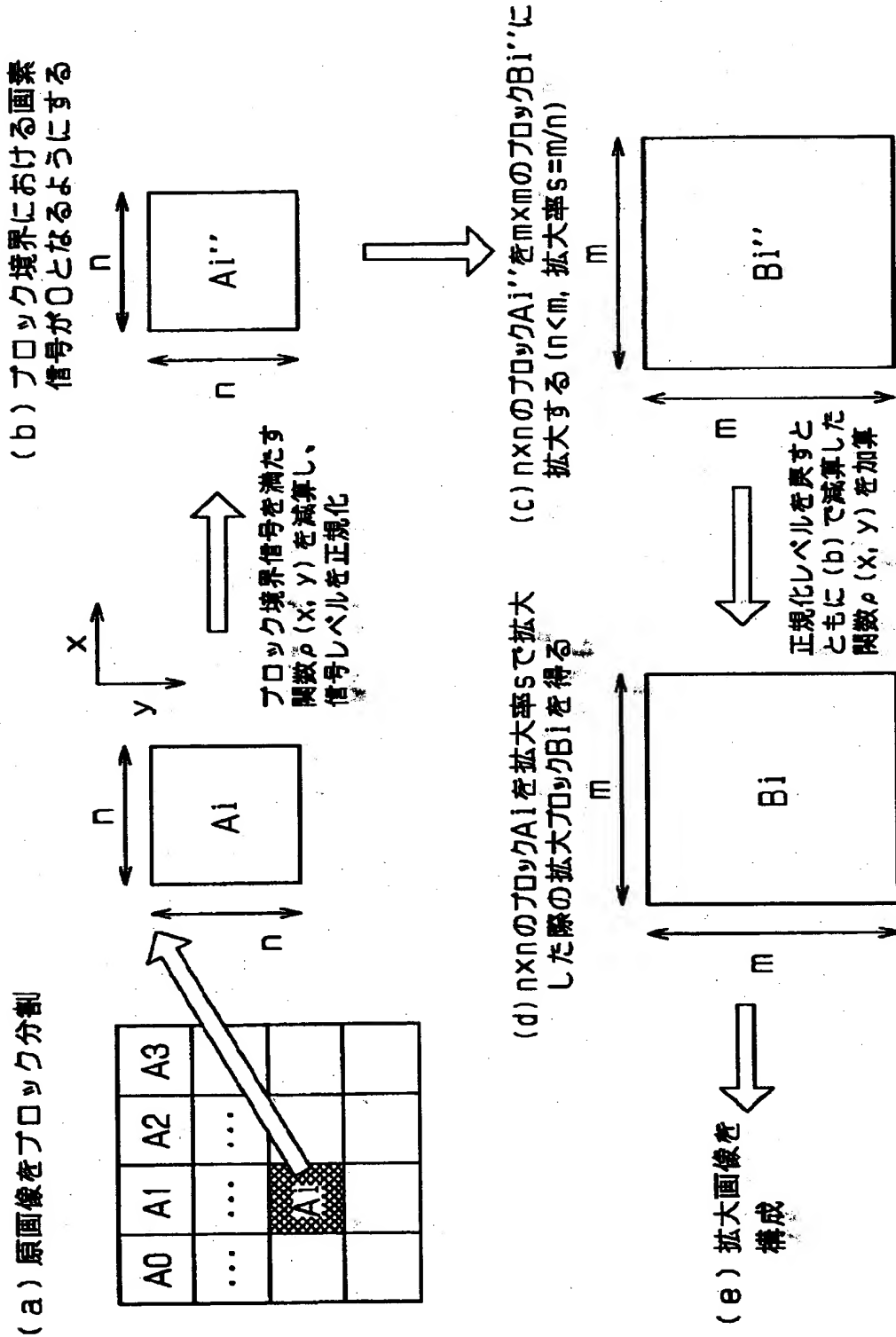
【図 1 8】



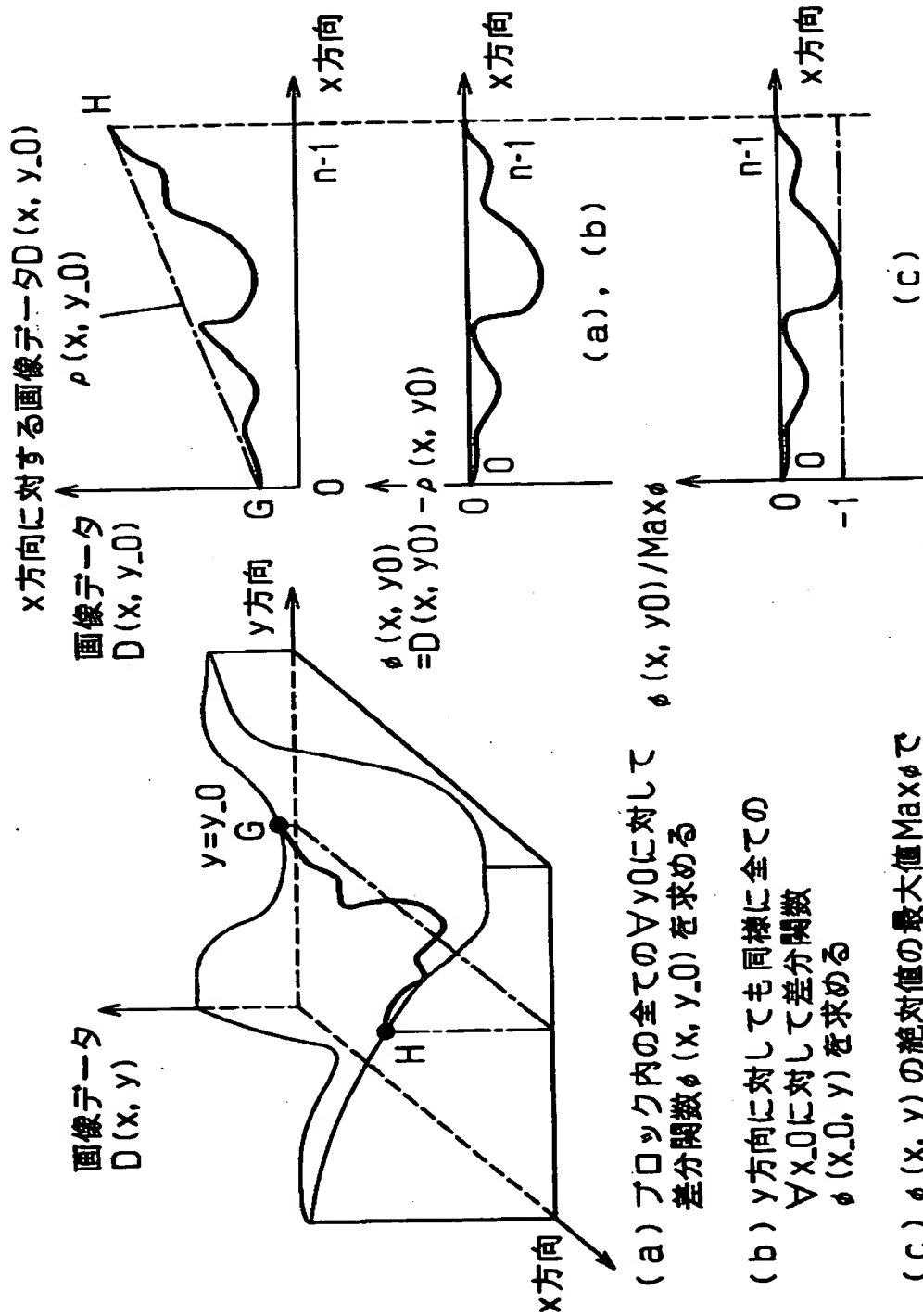
【図 19】



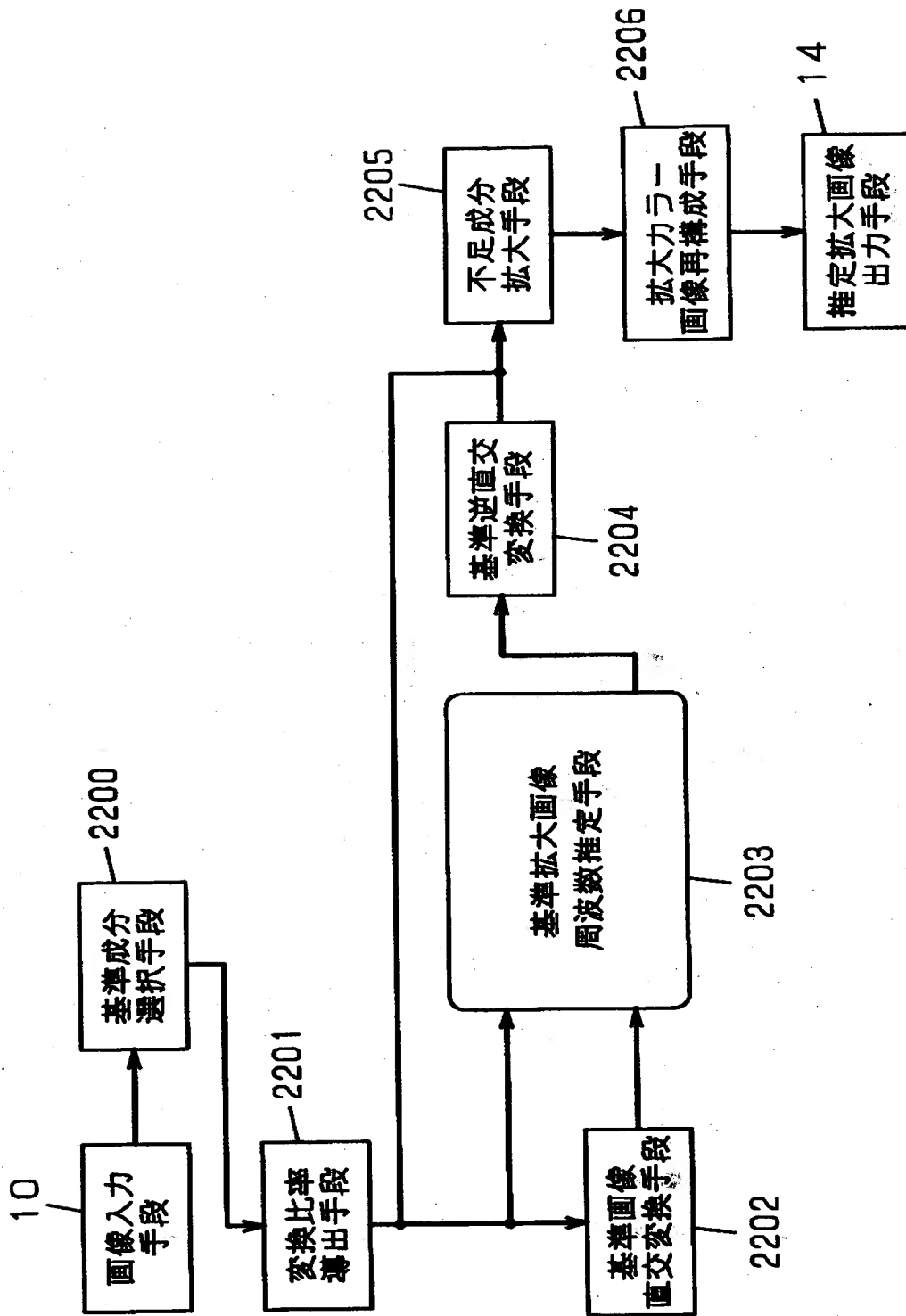
【図 20】



【図 21】

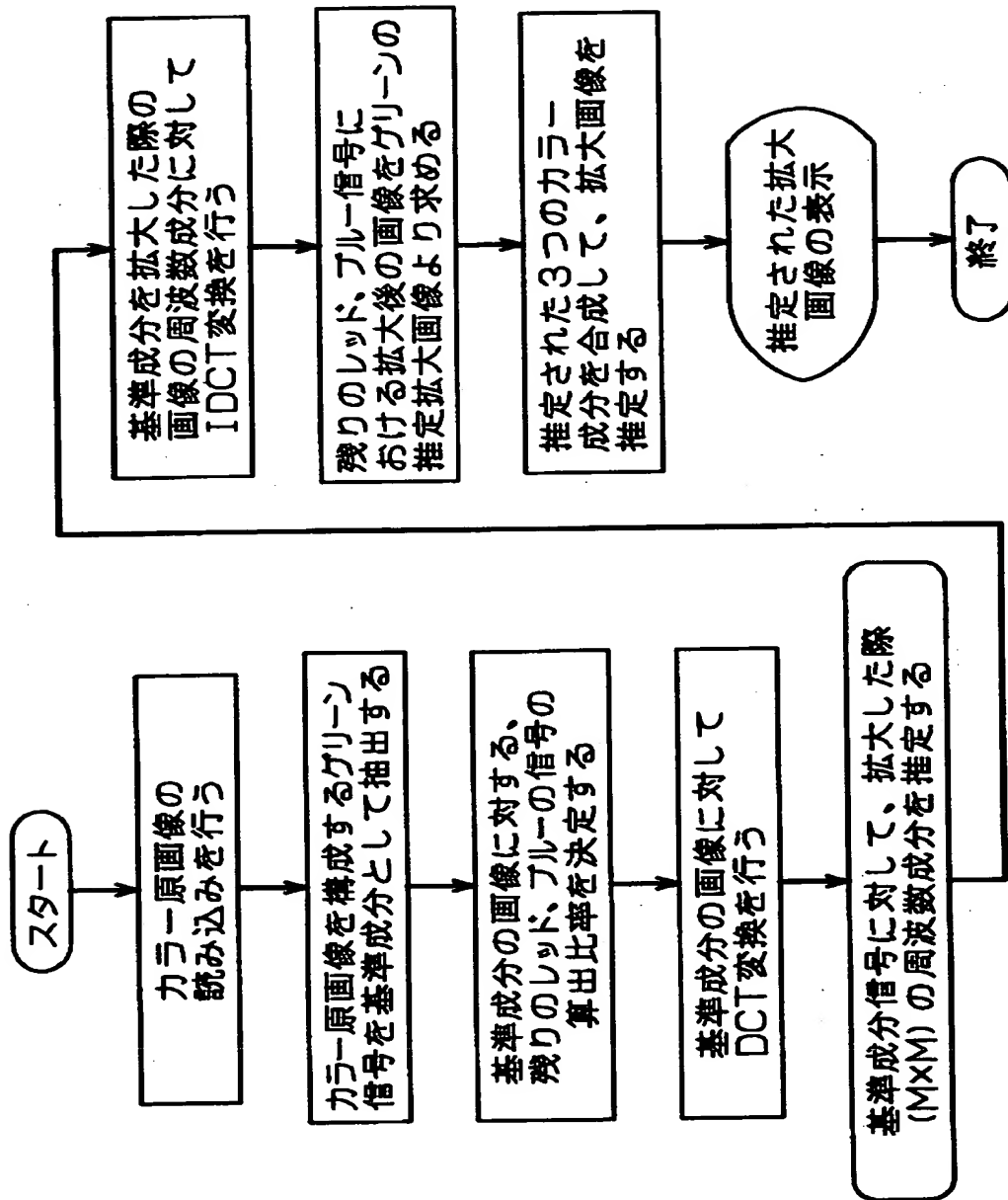


【図 22】

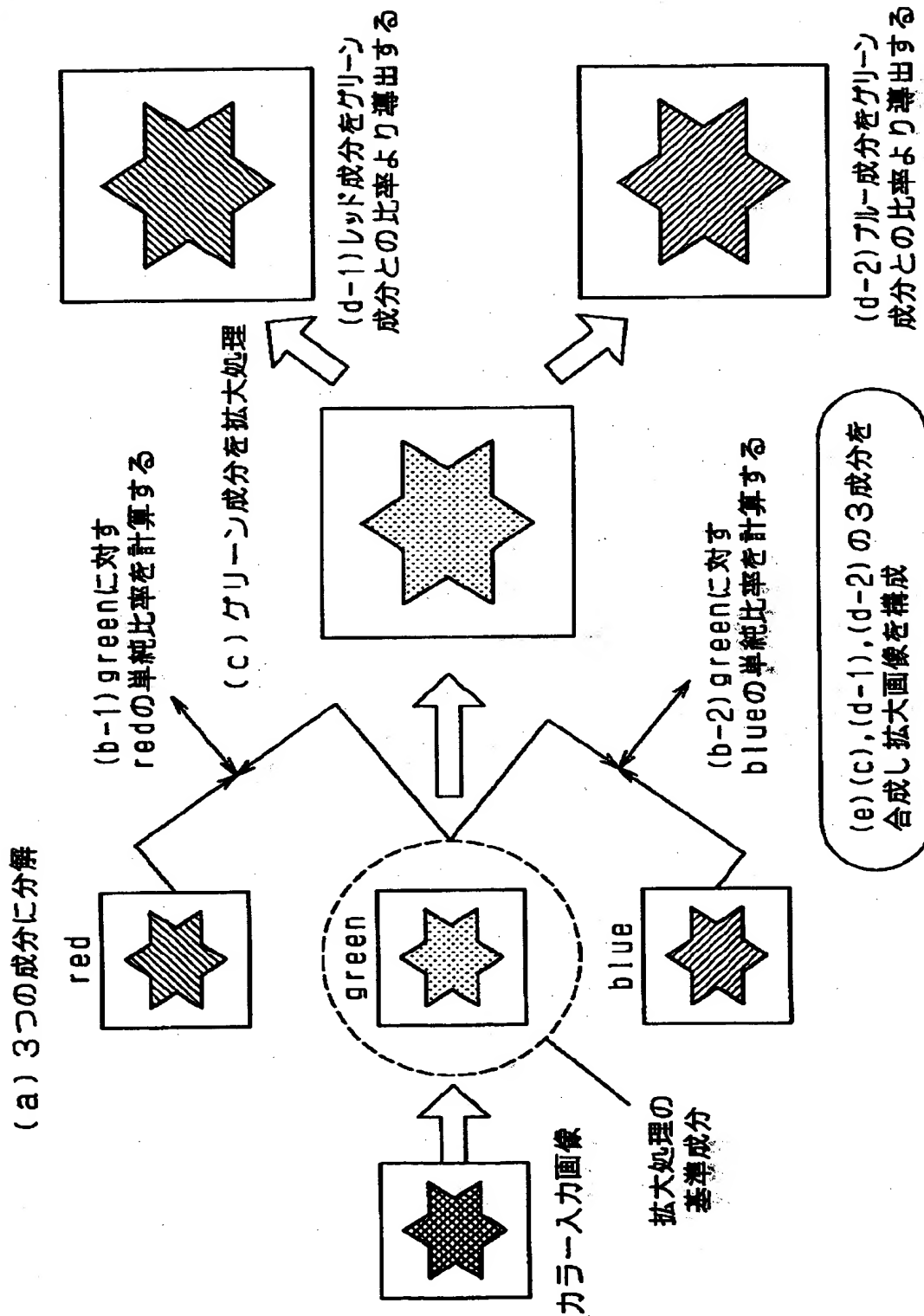




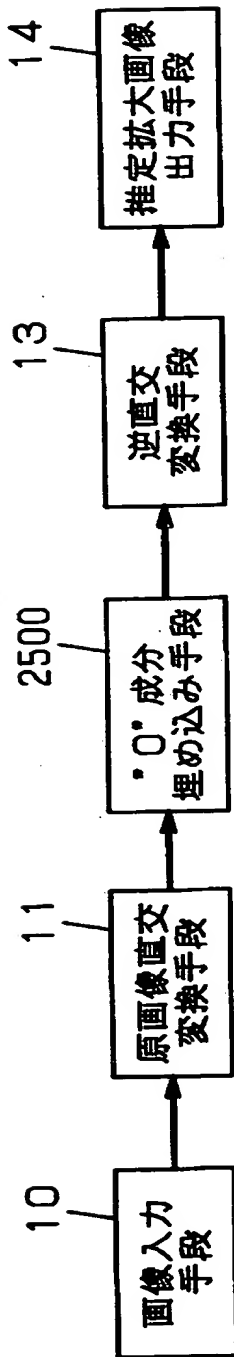
【図 23】



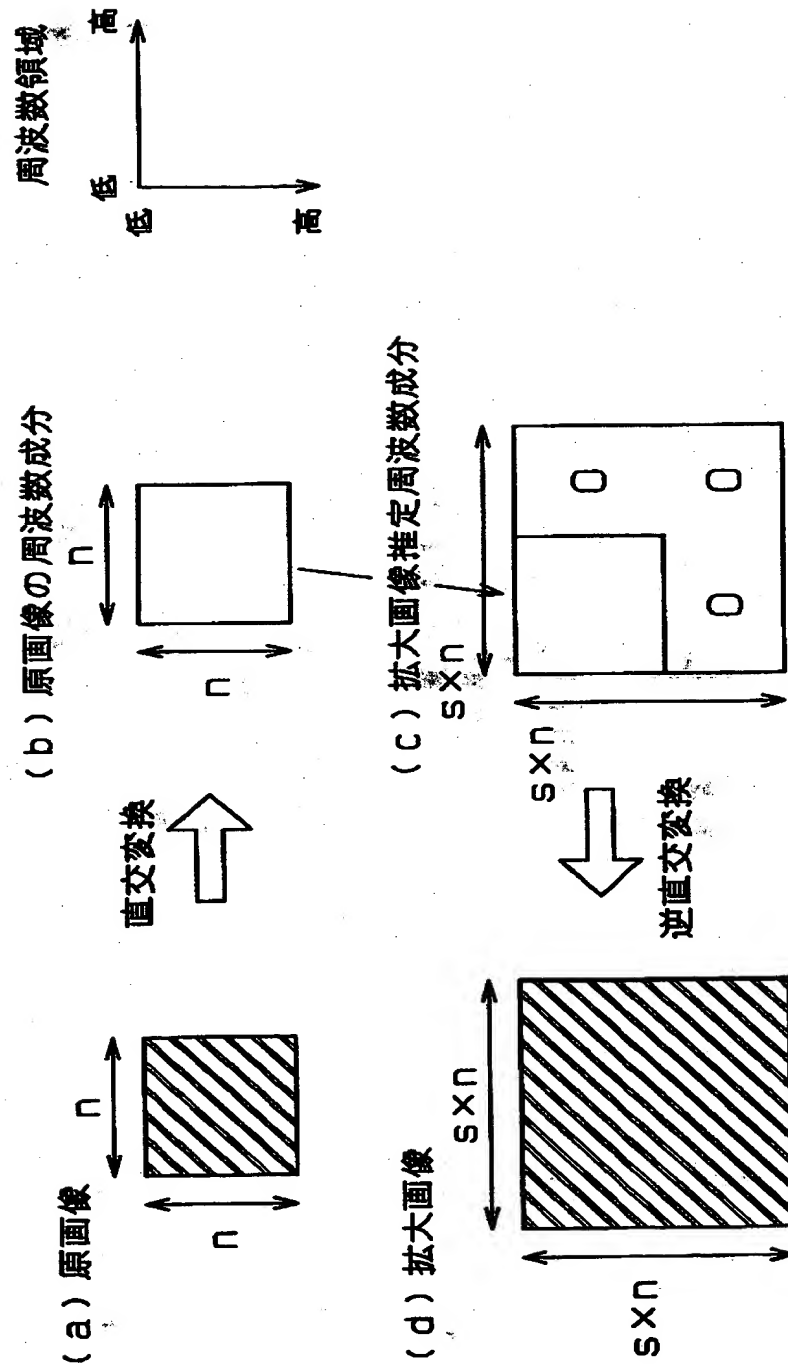
【図 24】



【図 2 5】



【図 2 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 出力デバイスに合わせて原画像を拡大する装置において、エッジ等の平均化が生じず入力時に削除された高周波成分を精度良く推定でき鮮明な画像拡大が可能な画像拡大装置。

【解決手段】 画像入力手段 1 0 で得られた原画像データは原画像直交変換手段 1 1 において、周波数成分の空間に変換される。この得られた周波数成分のデータからラジアル基底関数ネットワークより構成される拡大画像周波数非線形推定手段 1 2 で、拡大後の画像の周波数成分を推定し、この推定された周波数成分を 1 3 の逆直交変換手段で元の画像の占める実空間に変換することで鮮明でボケのない拡大画像の推定を行う。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**